

Untersuchungen zum Blutdruckverhalten
im ersten Lebensjahr unter Berücksichtigung
möglicher blutdruckbeeinflussender
Faktoren

Jürgen Kubern

Diss
München
1986



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41554823_0113

Aus der Medizinischen Klinik Innenstadt der Universität
München

Direktor: Prof. Dr. med. E. Buchborn

Untersuchungen zum Blutdruckverhalten
im ersten Lebensjahr
unter Berücksichtigung möglicher
blutdruckbeeinflussender Faktoren

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
an der Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von
Jürgen Kubern
aus
Ering/Inn
1986

Mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Universität
München.

Berichterstatter: Prof. Dr. med. B. Scherer

Mitberichterstatter: Prof. Dr. med. E. Buchborn

Dekan: Prof. Dr. med. W. Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 22.5.1986

Zum Gedenken meines Vaters
und zu Ehren meiner Mutter

<u>Gliederung</u>	Seite
1. Einleitung	1
1.1. Hypertonie - Haupttodesursache bei kardiovaskulären Erkrankungen	1
1.2. Die Bedeutung von genetischen und umweltbedingten Faktoren für den Anstieg des Blutdrucks mit dem Lebensalter	2
1.3. Methoden der indirekten Blutdruckmessung	9
2. Methode und Populationen	17
2.1. Auswahl des untersuchten Kollektives	17
2.2. Untersuchungsablauf	18
2.2.1. Blutdruckmessung	19
2.2.1.1 Beim Kind	19
2.2.1.2 Bei der Mutter	21
2.2.2. Urinsammlung	21
2.2.3. Weitere Untersuchungsdaten	22
3. Statistik	23

4. Ergebnisse	23
4.1. Kinder	24
4.1.1. Blutdruck	24
4.1.1.1. Blutdruckmittelwerte	24
4.1.1.2. Blutdruckverhalten getrennt nach Geschlecht und Familienanamnese	25
4.1.1.3. Blutdruckkorrelationen	26
4.1.1.3.1. Korrelationen der altersentsprechenden systolischen und diastolischen Blutdruck- werte	26
4.1.1.3.2. Zusammenhang zwischen dem Blutdruck des Kindes und dem der Mutter	27
4.1.1.3.3. Zusammenhang zwischen Blutdruck und Ge- wicht bzw. relativem Gewicht, sowie Größe	27
4.1.1.3.4. Beziehung zwischen Blutdruck und Armumfang (AU) sowie Herzfrequenz (HF)	28
4.1.2. Gewicht, Körpergröße, Armumfang	28
4.1.2.1. Mittelwerte	28
4.1.2.2. Korrelationen	30
4.1.3. Herzfrequenz	31

4.1.3.1. Mittelwerte	31
4.1.3.2. Korrelationen	31
4.2. Mütter	32
4.2.1. Blutdruck	32
4.2.1.1. Blutdruckmittelwerte	32
4.2.1.2. Korrelationen	33
4.3. Tabellen und Abbildungen	34
5. Diskussion	61
5.1. Mögliche Fehlerquellen	61
5.2. Diskussion der eigenen Ergebnisse	64
6. Zusammenfassung	75
7. Literaturverzeichnis	78

1. Einleitung

1.1. Hypertonie - Haupttodesursache bei kardiovaskulären Erkrankungen

Die Haupttodesursachen in den westlichen Industrienationen sind heute die Erkrankungen des Herz- und Kreislaufsystems (153). Welche Bedeutung in diesem Zusammenhang dem Bluthochdruck zukommt zeigt sich, wenn man bedenkt, daß in ca. 90 % der Fälle die Hypertonie als Haupt- oder Teilursache angenommen werden muß (83). Bedenkt man weiter, daß ca. 40 % der Gesamtfrührentenfälle auf kardiovaskuläre Erkrankungen zurückzuführen sind, wird aus dem Gesagten klar, welche besondere Bedeutung dem Bluthochdruck auch im Rahmen unserer Volkswirtschaft zukommt (92). Die Zahl der Hypertoniker in Deutschland wird auf über 6 Mio. geschätzt, wobei für die Festlegung "Hypertonie" gemäß den WHO-Richtlinien, von einem systolischen Druck von ≥ 160 mm Hg und diastolisch von ≥ 95 mm Hg ausgegangen wurde (129).

Bei der Aufteilung der Hypertonie in die essentielle und sekundäre Form ergibt sich ein Häufigkeitsverhältnis von ca. 10:1 bis 20:1 woraus zu ersehen ist, daß nur bei 5-10 % der Hypertoniker eine auslösende Ursache bekannt ist.

In diesem Zusammenhang war es ein bedeutender Schritt, als man sich in den letzten Jahren von der Meinung, daß der zu hohe Blutdruck eine Erkrankung des Erwachsenenalters sei, abwandte und die Hochdruckforschung auf alle Altersgruppen ausdehnte. Verschiedene Reihenuntersuchungen haben gezeigt, daß auch in jungen Jahren Blutdruckwerte auftreten können,

die mehr als 2 Standardabweichungen über dem alters- und geschlechts-spezifischen Mittelwert liegen (25, 85, 113).

Ein Problem für die Beurteilung des kindlichen Blutdruckes stellt die Tatsache dar, daß es keine exakte Trennlinie zwischen normalen und pathologischen Blutdruckwerten gibt und man noch keine Einigkeit erzielt hat, wie der erhöhte Blutdruck bei Kindern zu definieren ist. Einige Autoren vertreten die Meinung, daß man von Hypertonie sprechen kann, wenn die Blutdruckwerte bei drei verschiedenen Messungen die für das entsprechende Alter bestimmte 90. bzw. 95. Percentile überschreiten, oder die Blutdruckwerte mehr als 2 Standardabweichungen über dem alters- und geschlechtsspezifischen Mittelwert liegen, wobei die Messungen am ruhigen und liegenden Kind mit einer der Größe angepaßten Blutdruckmanschette durchgeführt werden sollten (29, 86, 120).

1.2. Die Bedeutung von genetischen und umweltbedingten Faktoren für den Anstieg des Blutdrucks mit dem Lebensalter

Wie oben schon erwähnt, ist die primäre Hypertonie wesentlich häufiger anzutreffen als die sekundäre. Bis heute wird die Diagnose "essentielle Hypertonie" per exclusionem gestellt, d. h. wenn nach Durchführung aller zur Verfügung stehenden und erforderlichen Maßnahmen eine andere Hochdruckursache nicht gefunden werden kann. Es ist anzunehmen, daß mit Verbesserung der diagnostischen Methoden und weiterer Forschungsarbeit der Anteil sekundärer Hypertonien steigen wird. Man ist sich heute darüber einig, daß

Ätiologie, Pathogenese und Verlauf der essentiellen Hypertonie eine multifaktorielle Betrachtungsweise erfordern. Page kam als erster dieser Forderung nach, indem er das Bild von der Mosaiktheorie der essentiellen Hypertonie prägte (107). In dieser Mosaiktheorie geht er davon aus, daß viele verschiedene Mechanismen existieren, mit denen der Blutdruck kontrolliert und aufrechterhalten wird. Die essentielle Hypertonie ist demnach das Resultat des Zusammenwirkens von vielen Teilfaktoren, von denen man weiß, daß sie von Bedeutung sind, man jedoch nicht mit Sicherheit behaupten kann, daß sie allein oder in Kombination mit anderen zu den "Ursachen" der Hypertonie zählen. In der die essentielle Hypertonie behandelnden Literatur, herrscht heute Einigkeit darüber, daß bei der Entstehung des Bluthochdruckes die Vererbung eine wesentliche Rolle spielt und somit an der genetisch determinierten Disposition zu erhöhten Blutdruckwerten kein Zweifel mehr besteht. Feinleib (30, 31) der intensive Zwillingsstudien durchgeführt hat, ist der Meinung, daß auf den genetischen Anteil bei der essentiellen Hypertonie ca. 60 % entfallen. Barcal (4) schätzt für den systolischen Blutdruck bei essentieller Hypertonie den genetischen Anteil auf 72 %. Auch Biron (8) und Lee (78), die den Blutdruck von leiblichen und adoptierten Kindern im Verhältnis zu ihren Eltern untersuchten, kamen zu dem Schluß, daß die genetische Komponente ein wesentlicher Faktor bei der Entstehung der essentiellen Hypertonie ist, bzw. höher einzustufen ist, als der Teilfaktor "Umwelt". Diesen Aussagen stehen andere Untersuchungen mit völlig konträren Erkenntnissen gegenüber. Der Faktor Umwelt wird in diesen Untersuchungen eindeutig in den Vordergrund gestellt (24, 105). Zusammenfassend kann fest-

gestellt werden, daß trotz dieser unterschiedlichen Ergebnisse generell kein Zweifel mehr darüber besteht, daß beim Zustandekommen der essentiellen Hypertonie eine genetische Komponente, was auch Tierexperimente gezeigt haben, (2, 22, 102, 114) mitwirkt, jedoch für die Manifestation der Krankheit auch noch verschiedene Umwelteinflüsse erforderlich sind. Einer dieser Umweltfaktoren ist die Na^+ -Aufnahme. Zahlreiche Studien haben sich in der Vergangenheit mit der Frage beschäftigt, ob die Salzaufnahme die Blutdruckhöhe beeinflusst. Nach dem heutigen Stand der Forschung kann man sagen, daß bei existierender essentieller Hypertonie durch drastische Reduzierung der Kochsalzaufnahme (< 3 g pro Tag) der Blutdruck oft auf Normalwerte, d. h. $< 140/90$ mm Hg gebracht werden kann und andererseits der Blutdruck mit erhöhter Natriumzufuhr häufig steigt (23, 32, 54, 106).

NaCl-Zufuhr

g/die	mmol/die	Blutdruckverhalten
$< 0,6$	< 10	keine Hypertonie, kein RR- Anstieg im Alter
$0,6 - 4$	$10 - 70$	geringes Vorkommen der Hypertonie
$4 - 20$	$70 - 350$	ca. 15 % der Erwachsenen haben eine essentielle Hypertonie, RR steigt im Alter
> 20	> 350	ca. 30 % der Erwachsenen haben eine essentielle Hypertonie

Tab. 1 Blutdruckverhalten einer Bevölkerungsgruppe entsprechend der Salzzufuhr nach Freis (32).

Untersuchungen bei Naturvölkern mit geringer Kochsalzaufnahme haben gezeigt, daß der in den Industriestaaten mit dem Alter ansteigende Blutdruck in diesen Kulturkreisen meist ab dem 20. Lebensjahr konstant bleibt und somit nicht altersbedingt ist. Die Hypertonieinzidenz ist ebenfalls nahezu null (3, 6, 61, 75, 87, 111). Es wird auch hier ein Zusammenhang von hohem Kochsalzverzehr und Blutdruckanstieg angenommen, da der durchschnittliche Kochsalzkonsum in den Industrienationen mit ca. 15 g/Tag im Gegensatz zu dem der Naturvölker wesentlich erhöht ist. Beobachtungen haben gezeigt, daß bei Angehörigen solcher Primitivstämme ebenfalls der Blutdruck steigt, wenn diese sich längere Zeit in industrialisierten Lebensräumen aufhalten und den dort bestehenden Ernährungsstil übernehmen (19, 87).

Untersuchungen in den westlichen Industrienationen haben ergeben, daß der tägliche freiwillige als auch unfreiwillige Kochsalzkonsum teils aus geschmacklichen, teils aus konservierungstechnischen Gründen bei industriell gefertigten Nahrungsmitteln zwischen 4 und 32 g pro Tag liegt, während der physiologische Bedarf zur Aufrechterhaltung der normalen körperlichen Leistungsfähigkeit selbst unter extremen Lebensbedingungen nur 1 g pro Tag beträgt (41, 42, 84). Es besteht heute Einigkeit darüber, daß der Appetit auf Salz erworben ist und im Laufe des Lebens zur Gewohnheit wird. Unter der Vorstellung, daß sich keine Hypertonie entwickelt, solange der tägliche Kochsalzverbrauch unter 3,5 g pro Tag bleibt, und der Appetit auf Salz eine erworbene Eigenschaft ist, kommt der richtigen, d. h. kochsalzarmen Ernährung von Säuglingen eine ganz entscheidende Schlüsselstellung für die Bekämpfung der essentiellen Hypertonie zu.

Über die biochemischen Prozesse, welche durch erhöhte Na^+ -Aufnahme zu einem erhöhten Blutdruck führen, herrscht noch Uneinigkeit. Verschiedene Möglichkeiten, wie z. B. eine Nierenausscheidungstörung für Natrium und einer damit verbundenen Aktivierung des Renin-Angiotensin Mechanismus, sowie pressorischer Hormone oder eine erhöhte Natriumsensitivität des Organismus, werden diskutiert (3, 22, 38, 143). Mit ziemlicher Sicherheit kann jedoch behauptet werden, daß der Einfluß von Natrium auf den Blutdruck nur dann zum Tragen kommt, wenn der einzelne eine genetisch bedingte Disposition zum Hochdruck hat. Ist er jedoch gegenüber Natrium resistent und besitzt er keine genetische Disposition, dann entwickelt sich auch trotz hoher Salzzufuhr keine Hypertonie (41, 42).

Neben dem Natrium wird in neuerer Zeit auch dem Kalium eine entscheidene Rolle bei der Blutdruckregulierung zugesprochen. Verschiedene Autoren entdeckten den sogenannten protektiven Effekt des Kaliums, der besagt, daß eine hohe Kaliumzufuhr einen gewissen Schutz vor Blutdruckerhöhung bei ebenfalls hoher Na^+ -Zufuhr bietet (3, 17, 38, 41, 74, 103). Bei Versuchen mit Ratten zeigten Meneely et. al., daß diese bei hoher NaCl -Aufnahme länger lebten, wenn sie gleichzeitig auch Kalium zu sich nahmen (90, 91). Blutdruckvergleichsmessungen zwischen Vegetariern und Nichtvegetariern ergaben, daß der durchschnittliche Blutdruck der Vegetarier signifikant niedriger war als der der Nichtvegetarier (103). Die Begründung für diese Beobachtung liegt vermutlich ebenfalls in der hohen Kaliumzufuhr, bzw. dem hohen K^+/Na^+ Quotienten die sich bei vegetarischer Ernährungsweise ergeben. Urinuntersuchungen zeigten, daß

bei beiden Vergleichsgruppen die Natriumausscheidung gleich war, während die Kaliumausscheidung der Vegetarier signifikant höher war als die der Nichtvegetarier (103).

Tierversuche mit Kadmium ergaben, daß kadmiumangereicherte Nahrung bei Ratten zu Hypertonie führt (108). Aufgrund dieser Beobachtung glaubt man, daß der bestehende Zusammenhang zwischen dem Härtegrad des Trinkwassers und der Hypertoniehäufigkeit (130) auf den höheren Kadmiumgehalt des weichen Wassers zurückgeführt werden kann. Mit Hilfe der Tatsache, daß weiches Wasser mehr Kadmium enthält als hartes Wasser kann möglicherweise auch der Unterschied in der kardiovaskulären Mortalität zwischen Gebieten mit hartem und weichem Trinkwasser erklärt werden (108).

Zahlreiche epidemiologische Studien haben den Zusammenhang zwischen Übergewicht und Hypertonie bei Erwachsenen (15, 58, 59, 135, 144) und bei Kindern (18, 43, 44, 76, 131, 146) nachgewiesen. Stamler et. al. (135) untersuchten eine Million Menschen und stellten dabei fest, daß bei Übergewichtigen Personen bis zu 30 % mehr an essentieller Hypertonie erkrankt waren. Verschiedene Studien an Erwachsenen zeigten, daß Gewichtsveränderungen (Zu- oder Abnahme) entsprechende systolische und diastolische Blutdruckveränderungen bewirken. Bereits Gewichtsverluste von ca. 5 - 6 % führten zu einer Blutdruckabnahme, während Gewichtszunahmen mit Blutdruckerhöhungen einhergingen (26, 134).

Die Beobachtung bei Kindern, daß der Blutdruck mit dem Körpergewicht und dem Längenwachstum korreliert ist, muß wahrscheinlich als kardiovaskuläre Adaption an das Wachstum gesehen werden. So kann bei Kindern, die im Vergleich zu ihrer Altersstufe ein höheres Gewicht und somit auch einen

höheren Blutdruck aufweisen, nicht zwangsläufig davon ausgegangen werden, daß es sich hierbei um einen Hinweis handelt, daß ein erhöhtes Risiko vorliegt als Jugendlicher oder Erwachsener an einer essentiellen Hypertonie zu erkranken. Höheres Gewicht und überdurchschnittliche Körpergröße können in diesem Alter auch Ausdruck eines Reifevorsprungs sein. Erst der Quotient aus Gewicht/Größe bzw. Gewicht/Körperoberfläche schaltet den Reifefaktor aus und gibt das Übergewicht (131), das auch bei Kindern meist mit Hypertonie verbunden ist und somit einen Risikofaktor für die spätere Entwicklung einer essentiellen Hypertonie darstellt, (18, 131) an. Für den Einfluß des Übergewichts auf den Blutdruck besteht bis heute keine verbindliche Erklärung. Dahl (23) erklärte die bei Übergewicht auftretenden höheren Blutdruckwerte mit dem erhöhten Kochsalzkonsum bei größerer Kalorienzufuhr und führte somit die Diskussion um das Übergewicht wieder auf die Problematik der Natriumaufnahme zurück. In seinen Untersuchungen zeigte er, daß Kalorienreduktion und Kochsalzreduktion häufiger zum Blutdruckabfall führten als Kalorienreduktion alleine. Demgegenüber konnten Reisin et. al. (118) nachweisen, daß auch ohne Kochsalzeinschränkung und nur durch Kalorienreduktion eine signifikante Blutdrucksenkung möglich ist. Es ist die Aufgabe zukünftiger Studien, die Ursache für den Zusammenhang von Übergewicht und Hypertonie herauszufinden. Abschließend sei noch angemerkt, daß natürlich Abmagerungsdiäten stets eine Kochsalzreduktion beinhalten und außerdem der Obst- und Gemüseanteil in dieser Diätkost höher ist als in der normalen Speise, was wiederum einen höheren Kaliumanteil bedeutet und somit beim diätmäßigen Abmagern zwei entschei-

dende Faktoren, die zur Blutdrucksenkung beitragen, zum Tragen kommen.

Es ist unbestritten, daß Stress-Situationen und auch emotionale Belastungen Blutdruckerhöhungen hervorrufen können. Untersuchungen haben gezeigt, daß Hypertoniker auf Stress-Situationen mit höheren und längeren Blutdruckanstiegen als Normotoniker bzw. mit maximalem Blutdruckanstieg reagieren (53, 128). Die Vermutung, daß mehr oder weniger langandauernde und wiederkehrende Blutdruckerhöhungen durch Stress alleine, ohne ergänzende Faktoren eine essentielle Hypertonie auslösen, wird heute von den meisten Untersuchern selbst bei Vorliegen einer Disposition verneint (91, 109). Bock ist der Meinung, daß diese reaktiven Blutdrucksteigerungen den Manifestationszeitpunkt und die Progredienz einer essentiellen Hypertonie beeinflussen können (12). Für die Aufklärung der essentiellen Hypertonie ist es zweifellos von Bedeutung, daß die oben genannten Parameter weiter untersucht werden, wobei es Probleme bereiten wird, den Begriff "Stress" objektiv zu definieren und ihn biochemisch oder mathematisch zu erfassen.

1.3. Methoden der indirekten Blutdruckmessung

Die ersten Anfänge des Blutdruckmessens gehen bis in das 18. Jahrhundert zurück (Hales 1733). In den folgenden Jahrzehnten beschäftigten sich viele namhafte Wissenschaftler mit dem Blutdruck des Menschen (Poiseuille 1828, 5, 33, 45, 51, 70, 89, 97, 121). Sie entwickelten neben der direkten, die verschiedensten indirekten Blutdruckmeßmethoden. v. Recklinghausen (116) veröffentlichte 1901 erstmalig

einen umfassenden Überblick über die Vor- und Nachteile der damals bekannten Blutdruckmeßmethoden.

1905 stellte Korotkow in Petersburg die nach ihm und Riva Rocci benannte und auch heute noch praktizierte Methode zur indirekten Blutdruckmessung durch Verwendung einer Blutdruckmanschette, einem Quecksilbermanometer und einem Stethoskop vor, wobei er besonders auf die praktische Bedeutung der durch die pulsierende Arterie hervorgerufenen Töne hinwies.

In den folgenden Jahren bis hin zur heutigen Zeit war es das Bestreben der Wissenschaftler, Methoden zur indirekten Blutdruckmessung zu entwickeln, die in Punkto Meßgenauigkeit der direkten Blutdruckmessung, die den Nachteil der Aufwendigkeit und Invasivität hat und somit für die wichtigen epidemiologischen Blutdruckuntersuchungen nicht in Frage kommt, am nächsten kommt.

Von den in den letzten Jahrzehnten entwickelten indirekten Meßverfahren sind folgende zu nennen:

Die oszillometrische Methode, die palpatorische Methode, die Flush Methode, die Auskultationsmethode und die Ultraschallmethode nach dem Doppler-Prinzip, wobei die beiden letztgenannten sich zu Standardmeßmethoden entwickelt haben.

Bei der Oszillometrie mißt man den Blutdruck, indem man die Schwingungen, die bei jeder Pulswelle auf die Quecksilbersäule im Manometer übertragen werden, aufzeichnet. Über die Zuverlässigkeit und Genauigkeit bestehen unterschiedliche Meinungen. So beschrieb Nelson (98) die Oszillometrie als

die optimale Methode, während sie in anderen Arbeiten als nicht sehr genau dargestellt wird (35).

Eine sehr einfache Methode des Blutdruckmessens ist die digitale Palpation, die jedoch nur die Messung des systolischen Blutdrucks erlaubt. Hierbei wird mittels einer Druckmanschette der Druck solange erhöht, bis der arterielle Puls distal der Manschette nicht mehr tastbar ist. Die Bestimmung des Blutdrucks erfolgt dann durch langsames Ablassen des Manschettendruckes, bei gleichzeitiger Palpation der Arterie, bis der Puls wieder spürbar ist. Der zu diesem Zeitpunkt ablesbare Manschettendruck entspricht dann dem systolischen Blutdruck, der jedoch nur als Annäherungswert gesehen werden kann (28).

Die Flush-Methode, die 1899 erstmals von Gaertner (34) beschrieben und 1952 von Goldring und Wolthman (36) wieder aufgegriffen wurde, fand hauptsächlich bei Säuglingen Anwendung. Hierbei wird bei einer Extremität durch Hochhalten derselben und gleichzeitigem Ausstreichen des Blutes von distal her versucht einen nahezu blutleeren Zustand zu erreichen. Sofort nach Erreichen dieses Zustandes wird die schon vorher angelegte Blutdruckmanschette auf Druckwerte aufgepumpt, die deutlich über dem systolischen Blutdruck liegen. Die blasse Extremität wird unter die Horizontale gesenkt und der Manschettendruck langsam abgelassen. Als Blutdruck wird der Wert angegeben, der beim deutlichen Rotwerden der Haut auf dem Manometer abgelesen werden kann. Hierbei handelt es sich um den mittleren arteriellen Blutdruck (95, 101). Bei Personen mit dunkler Hautfarbe, schwe-

rer Anämie, Hypothermie oder Ödemen ergeben sich bei dieser Blutdruckbestimmung Probleme bzw. falsche Ergebnisse.

Die auskultatorische Blutdruckmessung nach Riva-Rocci-Korotkow ist eine bereits seit Jahrzehnten praktizierte Methode, die auch heute noch in Klinik und Praxis als Standardverfahren zur Blutdruckbestimmung angesehen werden kann. Zur Durchführung des Blutdruckmessens benötigt man bei dieser Methode eine aufblasbare jedoch nicht dehnbare Manschette, welche mit einem Gummiballon als Pumpe aufgeblasen und mit einem Nadelventil wieder abgelassen werden kann. Desweiteren ist die Manschette über einen Gummischlauch mit einem Quecksilber- oder Aneroidmanometer verbunden, wobei meistens das Quecksilbermanometer Verwendung findet, da dieses nicht so stoßempfindlich wie das Aneroidmanometer ist. Mittels eines Stethoskops werden die für diese Messung entscheidenden Korotkowschen Töne hörbar gemacht. Für den Meßvorgang ist es wichtig, daß die luftleere Manschette um den Oberarm angelegt und der Manschettendruck rasch auf Werte gebracht wird, die etwa 30 - 40 mm Hg über dem systolischen Blutdruck liegen, was durch Verschwinden des arteriellen Pulses in der entsprechenden Extremität überprüft werden kann. Danach wird das Stethoskop z. B. über der Arteria brachialis aufgesetzt und während des Druckablassens auf die Korotkowschen Töne geachtet. Die Ablassquote sollte nicht mehr als 3 mm Hg pro Sekunde betragen. Das erste hörbare Pochen entspricht der Phase I der Korotkow-Töne und signalisiert den systolischen Blutdruck. Bei diesem Manschettendruck fließt mit jeder Systole kurzzeitig etwas Blut in dem komprimierten Gefäß und erzeugt eine turbulente Strömung, die für das Geräusch

verantwortlich ist. Durch weiteren Druckabfall werden die Töne länger, was der Phase II und lauter, was der Phase III der Korotkowschen Töne entspricht. Die Zunahme der Lautstärke ist darauf zurückzuführen, daß sich die Arterie während der Diastole für einen kurzen Moment verschließt und sich dann bei der folgenden Druckwelle mit lautem Geräusch öffnet. Ist der Manschettendruck auf Werte abgefallen, die die Arterie kaum noch einengen, so werden die Korotkow Töne leiser und gedämpfter (Phase IV) bis schließlich bei weiterem Druckabfall die Töne ganz verschwinden (Phase V) und die turbulente Strömung wieder in eine laminare und somit geräuschlose Strömung übergegangen ist. In der Literatur herrscht Uneinigkeit darüber, ob nun die Phase IV oder V zur Festlegung des diastolischen Wertes herangezogen werden soll. Nach Studien mit intraarterieller Vergleichsmessung wurde behauptet, daß beim Ablesen in Phase IV die Werte ca. 5 - 10 mm Hg zu hoch, in Phase V die Werte 5 - 7 mm Hg zu niedrig sind (11, 94). Die American Heart Association und auch die Kommission der Deutschen Gesellschaft für Kreislaufforschung, sowie die Task Force on Blood Pressure Control in Children empfehlen bei der Bestimmung des diastolischen Blutdruckes bei Kindern den Beginn der abgeschwächten bzw. gedämpften Korotkow-Töne als Ablesezeitpunkt zu verwenden (65, 142). Die Weltgesundheitsorganisation empfiehlt stets beide Werte anzugeben, läßt jedoch die Angabe nur eines Wertes ebenfalls zu, wenn angegeben wird, ob in Phase IV oder Phase V abgelesen wurde (52). Aus dem Bericht des Joint National Committee on Detection, Evaluation and Treatment of High Blood Pressure (93) geht hervor, daß der diastolische Blutdruck mit dem Verschwinden der Korotkow-Töne (Phase V) gleichzusetzen

ist. In der vorgelegten Studie einigte man sich auf die Phase IV der Korotkow-Töne zur Bestimmung des diastolischen Blutdruckes, da diese Phase bei Kleinkindern besser reproduzierbare Werte ergibt (142).

Die jüngste Methode im Zusammenhang mit der indirekten Blutdruckmessung ist die Doppler-Ultraschall-Methode. Sie erlangte in den letzten Jahren große Bedeutung bei der Blutdruckmessung im Kindesalter, da bis zur Entdeckung der Doppler-Methode die Meßergebnisse in dieser Altersgruppe im Rahmen der anderen Methoden sehr unbefriedigend waren.

R. W. Ware (150) veröffentlichte 1965 eine Untersuchung in der er darauf hinwies, daß mit der Doppler-Ultraschall-Technik eine zuverlässige Methode zur Blutdruckbestimmung vorliegt. Auch McCutcheon (20) erkannte 1967, daß mit der Doppler-Methode Bewegungen einer pulsierenden Arterie aufgezeichnet werden können und somit eine neue Methode zur Blutdruckbestimmung zur Verfügung stand. Es sei hier angemerkt, daß erstmals 1842 der Physiker Christian Doppler den nach ihm benannten Effekt, bei dem die Frequenz einer ausgesandten Welle sich erhöht, wenn der Reflektor sich nähert, bzw. ausdehnt und andererseits abnimmt, wenn der Reflektor sich entfernt, und keine Frequenzänderung eintritt, wenn der Reflektor sich nicht bewegt, entdeckte.

Bei den neuentwickelten Geräten, die nach diesem Prinzip arbeiten, werden die Frequenzänderungen verstärkt und hörbar gemacht. In den Jahren nach 1965 beschäftigten sich eine Reihe von Wissenschaftlern mit der Doppler-Ultraschall-Methode als Instrument zur Blutdruckbestimmung (28, 37, 40, 48, 49, 50, 66, 73, 110, 112, 123, 136, 137, 138,

149, 152). Faßt man die Untersuchungsergebnisse der einzelnen Autoren zusammen, so kann gesagt werden, daß die Doppler-Ultraschall-Methode im Vergleich zu den anderen Methoden die engste Korrelation zum direkt gemessenen Blutdruck hat und auch in der Gegenüberstellung von direkt gemessenem arteriellen Blutdruck zur Blutdruckbestimmung mit Doppler-Ultraschall nahezu Idealbeziehungen mit $r = 0.98$ für den systolischen und $r = 0.91$ für den diastolischen Blutdruck aufweist (49). Mit den Doppler-Ultraschall-Geräten ist man in der Lage, den Blutdruck bereits nach der Geburt zu messen und somit das Blutdruckverhalten von diesem Zeitpunkt an zu beobachten.

Bei dem in der vorliegenden Studie verwendeten Gerät handelt es sich um die Arteriosonde 1020 der Firma Roche. Zur Blutdruckmessung wird die aufblasbare Manschette, auf deren Innenseite ein Meßfühler befestigt ist, so über die entsprechende Extremität gezogen, daß der Meßfühler genau über der palperten Arterie liegt. In unserem Fall war das die Arteria brachialis. Auf den Meßfühler, der einen Empfänger und einen Sender enthält, wird zur besseren Schallübertragung ein Kontaktgel aufgetragen. Die aufblasbare Manschette, sowie der Meßfühler sind mit dem Gerät verbunden. Der Meßvorgang selbst gleicht dem der Auskultationsmethode. Ebenso wie bei der Riva-Rocci-Korotkow Methode wird die Manschette etwa 30 mm Hg über den erwarteten systolischen Druck aufgepumpt und dann langsam abgelassen. Die Ablassrate sollte wiederum 3 mm Hg/sec. betragen.

Ist der Manschettendruck geringer als der intraarterielle, so öffnet sich die kollabierte Arterie und verursacht somit eine Frequenzänderung, die durch das Gerät akustisch wie-

dergegeben wird. Dieses Signal, das bei jeder Pulsation wiederkehrt, ist gleichbedeutend mit der Phase I der Korotkow'schen Töne und ermöglicht somit die Ablesung des systolischen Blutdruckes, der durch das Gerät digital angezeigt wird und durch Knopfdruck gespeichert werden kann. Durch weitere Verringerung des Manschettendruckes erfolgt eine Abnahme der Gefäßwandbewegung und somit der Frequenzänderung. Die über Lautsprecher wiedergegebenen Töne werden gedämpfter und leiser. Dieser Zeitpunkt entspricht der Korotkow Phase IV und ermöglicht die Bestimmung des diastolischen Blutdruckes.

Die Phase V, das Verschwinden der Doppler-Töne, eignet sich bei Kleinkindern zur Festlegung des diastolischen Druckes nicht, da leichte Wandbewegungen während der Pulsation auch bei einer nicht komprimierten Arterie auftreten und somit diese Töne auch bis zum Nullpunkt gehört werden können. Die Fixierung des diastolischen Blutdruckes auf der Digitalanzeige erfolgt ebenfalls durch Knopfdruck.

Für den ermittelten diastolischen Blutdruck ergibt sich ebenso wie bei der Riva-Rocci-Methode das Problem, daß es sich um eine subjektive Festlegung handelt und somit gewisse Abweichungen auftreten können. Das Hauptanwendungsgebiet der Doppler-Ultraschall-Methode ist das Kleinkindalter. Sie ist in Punkto Meßgenauigkeit der ebenfalls in dieser Altersstufe praktizierten Flush-Methode hoch überlegen und hat sich im Laufe der Zeit weltweit durchgesetzt.

2. Methoden und Populationen

2.1. Auswahl des untersuchten Kollektivs

Die vorliegende Arbeit ist eine Folgeuntersuchung im Rahmen einer longitudinalen Studie zur Früherkennung des Hochdrucks.

Der Beginn der Studie war im Januar 1978. In der Zeit von Januar bis August 1978 wurden von den in der I. Frauenklinik der Universität München geborenen Kindern unter folgenden Kriterien 206 ausgesucht:

- 1.) Die Neugeborenen mußten ein Geburtsgewicht von mindestens 2500 g haben und das Gestationsalter durfte nicht weniger als 37 Wochen betragen.
- 2.) Apgar-Werte von weniger als 8, sowie Krankheitszeichen in den ersten Lebenstagen und medikamentöse Behandlung führten zum Ausschluß.
- 3.) Die Mütter der Kinder durften nicht an Hyperthyreose, Diabetes mellitus, Pyelo- oder Glomerulonephritis sowie bereits bekannter sekundärer Hypertonie leiden.
- 4.) Nur Neugeborene deutscher Eltern, um ethnische Unterschiede bzw. Einflüsse zu eliminieren und um Sprachproblemen bei der Befragung vorzubeugen, wurden aufgenommen.
- 5.) Eine weitere Voraussetzung war, daß die Eltern ihren Wohnsitz in München oder der näheren Umgebung von München hatten und ein Umzug in absehbarer Zeit nicht geplant war.

6.) Die Mütter mußten, nachdem sie über den Ablauf und die Art der Untersuchungen informiert wurden, hierzu ihre Zustimmung erteilen.

2.2. Untersuchungsablauf

Nach Verlassen der Klinik wurden die Kinder im Alter von 6 Monaten und 12 Monaten untersucht, wobei der Ablauf der 6-Monats- und der der 12-Monatsuntersuchung gleich war. Bei der vorliegenden Arbeit wurden die Mütter, die auch bei der 6-Monatsuntersuchung teilgenommen hatten, erneut angeschrieben und um eine Terminvereinbarung gebeten, damit eine Untersuchung des Kindes im Alter von 12 Monaten stattfinden konnte.

Die Untersuchung erfolgte in der häuslichen und für das Kind vertrauten Umgebung, um Angstsituationen möglichst zu vermeiden und somit unter einigermaßen basalen Bedingungen messen zu können. Aus diesem Grunde wurde die Untersuchung auch von einer weiblichen und einer männlichen Person durchgeführt. Beide Untersucher waren zunächst bemüht, das Vertrauen des Kindes auf spielerische Weise zu erlangen. Danach wurde versucht, das Kind an die notwendigen Geräte und Töne zu gewöhnen, indem sie ihnen spielerisch nähergebracht wurden. Diese erste Phase des "Hausbesuchs" nahm zeitlich den größten Teil der Untersuchung in Anspruch. Nach Erreichen eines gewissen Vertrauensverhältnisses erfolgte die Blutdruckmessung des Kindes immer im Sitzen, wobei das Kind auf dem Schoß der Mutter saß. Bei weinenden Kindern wurde die Messung abgebrochen und wenn möglich zu einem anderen Zeitpunkt wiederholt.

Bei allen Untersuchungen galt als oberstes Gebot eine Situation zu schaffen, die das Kind so wenig wie möglich erregte, bzw. verängstigte, um so vergleichbare und aussagekräftige Werte zu erhalten.

2.2.1. Blutdruckmessung

2.2.1.1. Beim Kind

Für die Blutdruckmessung beim Kind wurde die Arteriosonde Roche 1020 verwendet. Dieses Gerät mißt den Blutdruck mit Hilfe von Ultraschallwellen nach dem Doppler-Prinzip (40, 62). Hierbei werden die durch die arterielle Wandbewegung verursachten Frequenzänderungen der ausgesandten Wellen in akustische Signale transformiert und ermöglichen so die Messung des systolischen und diastolischen Blutdrucks. Das Gerät arbeitete bei der 12-Monatsuntersuchung mit einer Frequenz von 8 MHz. Die bei der Untersuchung verwendete Manschette hatte die Abmessungen 20,5 cm x 6 cm. Auf der Innenseite der Manschette wurde mit 2 Druckknöpfen ein Meßfühler befestigt, der für die ausgesandten Wellen sowohl Sender als auch Empfänger darstellte. Die Kontaktfläche der Sonde wurde mit einem Übertragungsgel bestrichen und nach vorheriger Palpation über der Arteria brachialis angelegt. Die Messung des Blutdrucks erfolgte immer am rechten Oberarm und wurde, nachdem der Untersucher die Manschette ca. 30 - 40 mm Hg über den zu erwartenden Wert aufgepumpt hatte, durch langsames Ablassen des Druckes begonnen. Das nach einiger Zeit über das Gerät hörbare Pochen signalisierte den systolischen Blutdruck, der durch Knopfdruck mittels Digitalanzeige fixiert wurde (Korotkow-Phase I).

Bei der Definition des diastolischen Blutdruckes einigte man sich, in Anlehnung an die allgemeinen Empfehlungen für die Blutdruckmessung bei Kleinkindern in der Literatur (101, 142), auf das deutliche Leiserwerden des obigen Pochens und entsprach damit der Korotkow-Phase IV. Auch dieser Wert wurde durch Knopfdruck und Digitalanzeige festgehalten.

Bei allen Messungen wurde das Fenster der Digitalanzeige abgedeckt und der Wert erst nach Beendigung des Meßvorgangs abgelesen. Diese Maßnahme sollte verhindern, daß der Untersucher sich im Verlauf von mehreren Messungen auf bevorzugte Blutdruckwerte einstellt und somit die Meßwerte verfälscht würden, was speziell für die Bestimmung des diastolischen Druckes der Fall wäre, da die Festlegung des Diastolenbeginns, gemäß Korotkow-Phase IV, dem subjektiven Urteil des Untersuchers unterliegt.

Die Bestimmung des systolischen Blutdruckes bleibt von diesen subjektiven Einflüssen nahezu verschont. Ein Problem beim Messen des systolischen Blutdruckes stellen die manchmal auftretenden pochenden Geräusche, die weit über dem systolischen Blutdruck liegen dar. Durch mehrmaliges Messen können diese Fehler vermieden werden.

Die Ursache für das Auftreten dieser Artefakte konnte noch nicht genau geklärt werden, man nimmt jedoch an, daß die Fixation der Meßsonde innerhalb der Manschette der Grund dafür sein könnte, da sie nur bei dieser Anordnung auftreten (115). Im Rahmen dieser Untersuchung bediente man sich nicht der zum Gerät gehörenden Kopfhörer, sondern ließ die Geräusche über den Lautsprecher ertönen, da somit die Auf-

merksamkeit der Kinder gesteigert werden konnte und dadurch die Messungen einfacher durchzuführen waren.

Der Blutdruck jedes Kindes wurde 3 mal gemessen. Für die Auswertung wurde aus diesen 3 Werten der Mittelwert gebildet, der dann in die statistischen Berechnungen einging.

2.2.1.2. Bei der Mutter

Die Blutdruckmessung der Mutter erfolgte nach der des Kindes, um die Zeitspanne zwischen spielerischem Kennenlernen und Blutdruckmessung des Kindes so kurz wie möglich zu halten und um das Kind durch die Untersuchung bei der Mutter nicht zusätzlich zu verunsichern.

Als Blutdruckmessgerät für die Mutter wurde ein konventionelles Quecksilbermanometer verwendet. Die Manschettenlänge betrug 30 cm, die Breite 12 cm. Im Normalfall begnügte man sich mit einer Messung, welche am rechten Oberarm und im Sitzen durchgeführt wurde. Für die Bestimmung des diastolischen Blutdrucks der Mutter wurde die Korotkow Phase V gewählt.

Der Blutdruck des Vaters wurde im allgemeinen nur erfragt, da dieser meistens nicht angetroffen wurde. War der Vater bei der Untersuchung anwesend, wurde auch bei ihm der Blutdruck gemessen.

2.2.2. Urinsammlung

Ebenso wie bei der 6-Monatsuntersuchung mußte auch bei der Untersuchung der 12-Monatskinder Urin gesammelt werden. Der Urin der Kinder wurde mit einem speziell für diese Zwecke konstruierten Plastikbeutel, der im Fachhandel erhältlich

ist, aufgefangen. Dazu wurde der Urinbeutel über die Urethra gestülpt und am Genitale befestigt.

Der Urin mußte nicht zu bestimmten Zeiten gesammelt werden. Einzige Bedingung war, daß die Menge mindestens 20 -30 ml betragen sollte. Verschiedentlich traten Probleme beim Sammeln des Kinderurins auf: Der Urin floß in die Windel oder der Urin war mit dem Stuhl vermischt. Die Ursache dafür lag zum einen bei der unsachgemäßen Befestigung des Urinbeutels durch die Eltern und zum anderen beim Herumlaufen bzw. Krabbeln der Kinder. Manche Kinder versuchten auch den Beutel zu entfernen.

2.2.3. Weitere Untersuchungsdaten

Neben dem Blutdruckmessen und Urinsammeln wurden bei den Kindern noch folgende Daten registriert:

- Größe
- Gewicht
- Armumfang (AU)
- Herzfrequenz (HF)
- Anzahl der Geschwister
- Tägliche Trinkmenge
- Art der Breinahrung

Nach zwischenzeitlichen Krankheiten, d. h. nach Krankheiten, die zwischen der 6-Monatsuntersuchung und der 12-Monatsuntersuchung bei der Mutter oder dem Kind abgelaufen waren, wurde auch gefragt.

Alter, Gewicht und Größe der Mutter wurden ebenso erfaßt, wie die regelmäßige Einnahme von Medikamenten einschließlich hormonaler Antikonzeptiva. Desweiteren wurde versucht, die sozialen und räumlichen Verhältnisse zu erfassen. Auch der Anamneseerhebung, insbesondere der Familienanamnese, wurde große Aufmerksamkeit geschenkt.

3. Statistik

Zur Auswertung wurde der student-t-Test für abhängige und unabhängige Stichproben angewandt. Die Abhängigkeit von 2 gemessenen Parametern wurde durch Regressions- und Korrelationskoeffizienten dargestellt. Diejenigen Testergebnisse, die im Rahmen dieser Untersuchung das Signifikanzniveau von 0.05 nicht erreichten, wurden als nicht signifikant betrachtet. Alle angegebenen Werte - soweit nicht anders bezeichnet - sind Mittelwerte $\pm$ Standardabweichung.

4. Ergebnisse

Von den 206, zu Beginn der Studie ausgewählten Kindern standen für die 12-Monatsuntersuchung nur noch 150 Kinder zur Verfügung, da die Familien teilweise in andere Städte umgezogen waren und zum anderen einige Mütter sich nicht mehr zur Mitarbeit bereit erklärten.

Von den 150 Blutdruckmessungen waren wiederum nur 135 ver-

wertbar, da einige Kinder weinten bzw. sich gegen das Anlegen der Manschette wehrten.

Bei der Erhebung der anderen Meßdaten wie Größe, Gewicht, Armumfang, Herzfrequenz usw. traten keine Probleme auf, so daß, falls eine Blutdruckmessung nicht möglich war, dennoch diese Daten protokolliert wurden.

4.1. Kinder

4.1.1. Blutdruck

4.1.1.1. Blutdruckmittelwerte

Der systolische Blutdruck der 12-Monatskinder betrug im Mittel $104,7 \pm 9,6$ mm Hg bei $n = 135$ und der diastolische $66,6 \pm 8,3$ mm Hg.

Die Untersuchungen am 5. Tag post partum ergaben systolisch einen mittleren Wert von $74,1 \pm 6,7$ mm Hg und diastolisch $41,8 \pm 5,8$ mm Hg, sowie im Alter von 6 Monaten einen mittleren systolischen Druck von $85,6 \pm 8,7$ mm Hg und diastolischen von $50,6 \pm 8,7$ mm Hg (Tab 2).

Die Normalverteilungskurven des systolischen und diastolischen Blutdruckes zeigten weder im Alter von 5 Tagen noch mit 6 und 12 Monaten Besonderheiten (Abb. 1 - 6).

Wie aus Tab. 2 zu ersehen ist, beträgt der Blutdruckanstieg innerhalb des ersten Lebensjahres systolisch 30,6 mm Hg und diastolisch 24,8 mm Hg und ist somit auf dem 0,001-Niveau signifikant. Gleich signifikante Blutdruckunterschiede ($p < 0,001$) ergaben sich für den systolischen als auch diastolischen Blutdruck zwischen dem 5. Tag und dem 6. Monat, mit systolisch 11,5 mm Hg und diastolisch 8,8 mm Hg, sowie zwi-

schen dem 6. Monat und dem 12. Monat, mit systolisch 19,1 mm Hg und diastolisch 16,0 mm Hg. Aus den obigen Zahlen ist zu entnehmen, daß der Blutdruckanstieg in der 2. Hälfte des 1. Lebensjahres größer war, als in der 1. Hälfte.

Die Spannweite beim systolischen Blutdruck reichte am 5. Tag post partum von 59 mm Hg bis 105 mm Hg, mit 6 Monaten von 65 mm Hg bis 115 mm Hg und mit 12 Monaten von 76 mm Hg bis 124 mm Hg. Für den diastolischen Blutdruck ergab sich am 5. Tag eine Spannweite von 26 mm Hg bis 69 mm Hg, mit 6 Monaten eine von 33 mm Hg bis 88 mm Hg und mit 12 Monaten eine von 47 mm Hg bis 89 mm Hg.

4.1.1.2. Blutdruckverhalten getrennt nach Geschlecht und Familienanamnese

Die Untersuchung des Blutdruckes getrennt nach Knaben und Mädchen ergab denselben signifikanten Blutdruckanstieg innerhalb des ersten Jahres wie beim Gesamtkollektiv ($p < 0,001$). Für Knaben ergab sich am 5. Tag post partum ein Blutdruck von systolisch $74,1 \pm 6,9$ mm Hg und diastolisch $42,0 \pm 6,2$ mm Hg, mit 6 Monaten $87,0 \pm 9,8$ mm Hg und $51,0 \pm 9,1$ mm Hg, sowie im Alter von 12 Monaten systolisch $105,4 \pm 9,4$ mm Hg und diastolisch $66,0 \pm 8,0$ mm Hg.

Der mittlere Blutdruck der Mädchen betrug am 5. Tag $74,0 \pm 6,5$ mm Hg zu $41,5 \pm 5,4$ mm Hg, mit 6 Monaten $84,2 \pm 7,4$ mm Hg zu $50,2 \pm 8,4$ mm Hg und mit 12 Monaten $104,1 \pm 9,8$ mm Hg zu $67,2 \pm 8,5$ mm Hg (Tab 3).

Die Trennung des Blutdruckes in Knaben und Mädchen ergab keinen signifikanten Unterschied.

Auch die Aufspaltung des kindlichen Blutdrucks in positive und negative Hypertonie-Familienanamnese (FA) brachte zu

keinem Zeitpunkt signifikante Blutdruckunterschiede (Tab. 4).

Zusätzliche Aufgliederungen in Knaben und Mädchen ergaben ebenfalls keinen signifikanten Blutdruckunterschied bzgl. positiver und negativer Hypertonie-Familienanamnese (Tab. 5).

4.1.1.3. Blutdruckkorrelationen

4.1.1.3.1. Korrelationen der altersentsprechenden systolischen und diastolischen Blutdrucke

Eine der Hauptfragen dieser Untersuchung war, ob bereits im Säuglingsalter das sogen. Blutdruck-Tracking auftritt bzw. ab welchem Alter es zu beobachten ist. Das Tracking-Phänomen im allgemeinen ist definiert als die Tendenz eines Individuums, eine einmal eingenommene relative Position z. B. in der Blutdruck- oder Gewichtsverteilungskurve auch künftig beizubehalten.

Um dieser Frage nachzugehen, wurden Korrelationen bezüglich des systolischen und diastolischen Blutdruckes zwischen den verschiedenen Altersgruppen gebildet. Es ergab sich ein signifikanter Zusammenhang zwischen dem systolischen Blutdruck am 5. Tag post partum und dem im Alter von 12 Monaten. Kein signifikanter Zusammenhang ergab sich für den entsprechenden diastolischen Druck, was eventuell auf Meßungenauigkeiten bei der Bestimmung des diastolischen Wertes zurückzuführen ist (Korotkow Phase IV). Auch die anderen Korrelationsberechnungen ergaben keine signifikanten Zusammenhänge (Tab. 6).

4.1.1.3.2. Zusammenhang zwischen dem Blutdruck des Kindes und dem der Mutter

Weder am 5. Tag post partum, noch im Alter von 6 bzw. 12 Monaten war eine signifikante Beziehung zwischen dem systolischen sowie dem diastolischen Blutdruck des Kindes und dem der Mutter zu erkennen. Eine Ausnahme davon war der diastolische Blutdruck der 12 Monate alten Kinder, der mit dem diastolischen Blutdruck der Mutter korrelierte ($p < 0.05$; $r = 0.19$, $n = 136$). Die Aufteilung in Knaben und Mädchen ergab, daß nur der diastolische Blutdruck der Knaben mit dem der Mutter korreliert war ($p < 0.01$; $r = 0,31$, $n = 70$).

4.1.1.3.3. Zusammenhang zwischen Blutdruck und Gewicht, relativem Gewicht sowie Größe

Im Rahmen dieser Untersuchung war eine eindeutige Beziehung zwischen dem altersentsprechenden systolischen und diastolischen Blutdruck und dem jeweiligen Gewicht der Kinder zu erkennen, wobei im Alter von 6 Monaten die Korrelation Blutdruck-Gewicht am stärksten ausgeprägt war (Tab. 7). Auch beim relativen Gewicht, (Gewicht/Größe) war ab dem 6. Lebensmonat eine Beziehung zum Blutdruck erkennbar (Tab. 8).

Nicht so eindeutig und einheitlich stellte sich die Korrelation Blutdruck-Größe dar. Hier zeigte sich im Alter von 6 Monaten ein signifikanter Zusammenhang nur zwischen dem systolischen Blutdruck und der Größe sowie mit 5 Tagen zwischen dem systolischen und dem diastolischen Blutdruck, während mit 12 Monaten weder der systolische noch der

diastolische Blutdruck mit der Größe signifikant korreliert war (Tab. 9).

4.1.1.3.4. Beziehung zwischen Blutdruck und Armumfang (AU) bzw. Herzfrequenz(HF)

Die Abhängigkeit des Blutdruckes vom Armumfang erwies sich im Vergleich zu den anderen Parametern mit Korrelationskoeffizienten von $r = 0.28$ bis $r = 0.34$ als die stärkste Korrelation (Tab. 10), teilweise allerdings vergleichbar dem rel. Gewicht.

Keine signifikante Abhängigkeit ergab sich für die Herzfrequenz. Zu keinem Zeitpunkt war der Blutdruck mit der Herzfrequenz in signifikanter Weise korreliert.

4.1.2. Gewicht, Körpergröße und Armumfang

4.1.2.1. Mittelwerte

Sowohl das Gewicht als auch die Körpergröße und der Armumfang zeigten innerhalb des ersten Lebensjahres deutliche Anstiege.

Das Durchschnittsgewicht stieg von $3,4 \pm 0,5$ kg am 5. Tag auf $10,5 \pm 1,4$ kg mit 12 Monaten, was einem Gewichtszuwachs von $7,1$ kg entspricht ($p < 0.001$). Innerhalb der ersten 6 Monate war der Gewichtszuwachs mit 5 kg gegenüber $2,1$ kg in den zweiten 6 Monaten deutlich höher. Das Durchschnittsgewicht im Alter von 6 Monaten betrug $8,4 \pm 1,2$ kg.

Bei der Gegenüberstellung des Gewichtes von Knaben und Mädchen war am 5. Tag post partum die Gewichts Differenz auf dem 0.01 Niveau signifikant, während mit 6 als auch mit 12

Monaten die Gewichts-differenz auf dem 0.005 Niveau signifikant war.

Die Durchschnittswerte für Knaben betrugen am 5. Tag $3,5 \pm 0,5$ kg, mit 6 Monaten $8,7 \pm 1,3$ kg und mit 12 Monaten $10,9 \pm 1,3$ kg. Die entsprechenden Werte der Mädchen, die zu jedem Zeitpunkt signifikant niedriger waren, betrugen $3,3 \pm 0,4$ kg, $8,0 \pm 1,0$ kg und $10,2 \pm 1,3$ kg.

Die Unterteilung in positive und negative Hypertonie-Familienanamnese ergab bei den Kindern im Zusammenhang mit dem Gewicht keine signifikanten Unterschiede (Tab. 11).

Auch beim Längenwachstum war zu keinem Zeitpunkt ein signifikanter Unterschied zwischen positiver und negativer Hypertonie-Familienanamnese festzustellen, während die Größendifferenzen vom 5. Tag zum 6. und 12. Monat jeweils auf dem 0,001 Niveau signifikant waren.

Innerhalb des ersten Lebensjahres stieg die Größe von $51,7 \pm 2,2$ cm am 5. Tag post partum auf $78,9 \pm 4,7$ cm mit 12 Monaten. Im Alter von 6 Monaten betrug die Größe $70,9 \pm 3,0$ cm. Wie auch beim Gewicht, war das Längenwachstum in der ersten Hälfte des ersten Lebensjahres mit $19,2$ cm größer als in der 2. Hälfte mit $8,0$ cm.

Hochsignifikante Unterschiede ergaben sich auch zwischen Knaben und Mädchen. Am 5. Tag war die Durchschnittsgröße der Knaben $52,3 \pm 2,2$ cm, die der Mädchen $51,1 \pm 2,1$ cm. Im Alter von 6 Monaten ergaben sich für die Knaben $72,0 \pm 2,7$ cm und für die Mädchen $69,7 \pm 2,9$ cm, während mit 12 Monaten die Durchschnittsgröße der Knaben $79,7 \pm 4,5$ cm und die der Mädchen $78,0 \pm 4,9$ cm betrug (Tab. 12).

Die dritte anthropometrische Größe, der Armumfang, verhielt sich ähnlich wie die oben genannten Größen. Vom 6. Monat

bis zum 12. Monat stieg der Armumfang von $15,2 \pm 1,1$ cm auf $15,6 \pm$ cm um 0,4 cm an ($p < 0,005$).

Im Alter von 6 Monaten betrug der Armumfang bei den Knaben $15,4 \pm 1,2$ cm und war damit im Vergleich zu den Mädchen mit $14,9 \pm 0,9$ cm, um 0,5 cm größer ($p < 0,001$).

Die entsprechenden 12- Monatswerte für die Knaben waren $15,9 \pm 1,2$ cm und für die Mädchen $15,2 \pm 1,2$ cm. Auch diese Differenz von 0,7 cm war hochsignifikant ($p < 0,001$).

Die Trennung in positive und negative Hypertonie-Familienanamnese ergab keine signifikanten Unterschiede (Abb. 7).

4.1.2.2. Korrelationen:

Ebenso wie beim Blutdruck war auch beim Gewicht, der Größe und dem Armumfang das sogenannte Tracking-Phänomen zu beobachten. Für alle drei Parameter ergaben sich für die Tracking-Korrelationen Signifikanzniveaus von $p < 0,001$ und Korrelationskoeffizienten von $r = 0,3$ bis $r = 0,74$ (Tab. 13, 14, 15).

Die Zusammenhänge von Größe/Gewicht und AU/Größe sowie AU/Gewicht erwiesen sich ebenfalls als hochsignifikant (Tab. 16, 17, 18).

Entsprechend der Vermutung war zu beobachten, daß die Korrelationen von Armumfang und Gewicht größere Korrelationskoeffizienten und höhere Signifikanzniveaus aufwiesen, als die Korrelationen von Armumfang und Größe. Auf die Frage ob ein Zusammenhang zwischen der Größe des Kindes und der der Mutter bzw. dem Gewicht des Kindes und dem der Mutter besteht, ergab die Untersuchung, (es lagen nur 12 Monatswerte vor) daß keine Beziehung zwischen dem Gewicht des Kindes und dem der Mutter besteht, jedoch eine signifikante Beziehung

zwischen der Größe des Kindes im Alter von 12 Monaten und der der Mutter vorliegt ($p < 0,001$; $r = 0,37$, $n = 129$).

4.1.3. Herzfrequenz

4.1.3.1. Mittelwert

Der Durchschnittswert der Herzfrequenz betrug im Alter von 6 Monaten $136 \pm 11,8$ Schläge/min. und fiel im Laufe von 6 Monaten um $17,4$ Schläge/min., so daß sich im Alter von 12 Monaten ein Wert von $118,6 \pm 13,3$ Schläge/min. ergab ($p < 0,001$).

Dieser hochsignifikante Abfall zeigte sich auch bei nach Geschlechtern sowie bei nach positiver und negativer Hypertonie-Famliennanamnese getrennter Untersuchung. Kein signifikanter Unterschied war zwischen Knaben und Mädchen zu erkennen und auch nicht zwischen positiver und negativer Hypertonie-Familienanamnese (Tab. 19).

4.1.3.2. Korrelationen

Die Herzfrequenz war der einzige Parameter bei dem sich das Tracking-Phänomen nicht nachweisen ließ. Signifikante Zusammenhänge ergaben sich jedoch zwischen der Herzfrequenz und der Größe, dem Gewicht und dem Armumfang (Tab 20, 21, 22).

4.2. Mütter

4.2.1. Blutdruck

4.2.1.1. Blutdruckmittelwerte

Die Durchschnittswerte des mütterlichen Blutdruckes betrugen am 5. Tag post partum systolisch $118,2 \pm 8,8$ SD mm Hg und diastolisch $76,8 \pm 8,5$ mm Hg, nach 6 Monaten $119,9 \pm 10,3$ mm Hg und $79,1 \pm 11,1$ mm Hg sowie nach 12 Monaten $120,9 \pm 12,5$ mm Hg und $79,8 \pm 10,5$ mm Hg.

Die errechneten Werte entsprechen den allgemeinen Normalwerten wobei zu bemerken ist, daß die systolischen und diastolischen Durchschnittswerte vom 5. Tag an bis zum 12. Monat ständig gestiegen sind und somit die 12-Monatswerte am höchsten waren (Tab. 23, 24).

Signifikante Blutdruckdifferenzen ergaben sich für den systolischen Wert zwischen dem 5. Tag und 12. Monat ($p < 0,025$) jedoch nicht für die Unterschiede zwischen 5. Tag und 6. Monat ($p < 0,1$) und 6. Monat und 12. Monat ($p < 0,3$), (Tab. 23).

Beim diastolischen Blutdruck waren die Druckdifferenzen zwischen 5. Tag und 6. Monat ($p < 0,05$) sowie 5. Tag und 12. Monat ($p < 0,01$) signifikant, jedoch nicht zwischen 6. Monat und 12. Monat ($p < 0,35$) (Tab. 24). Zu keinem Zeitpunkt ergab sich ein signifikanter Unterschied zwischen dem Blutdruck der Mütter, die Knaben geboren hatten und dem derer, die Mädchen geboren hatten (Tab. 23, 24).

Die Aufteilung in Mütter mit positiver bzw. negativer Hypertonie-Familienanamnese zeigte am 5. Tag post partum, sowohl für den systolischen als auch diastolischen Wert

signifikante Unterschiede ($p < 0,025$; $p < 0,05$)., während sich für die 6-Monatswerte keine signifikanten Differenzen nachweisen ließen. Bei den 12-Monatsdaten war nur beim systolischen Blutdruck ein signifikanter Unterschied bei Vorliegen von positiver gegenüber negativer Hypertonie-Familienanamnese zu erkennen ($p < 0,025$) (Tab. 23, 24).

4.2.1.2. Korrelationen

Signifikante Zusammenhänge zeigten sich zwischen dem systolischen bzw. diastolischen Blutdruck der Mutter und deren Größe bzw. Gewicht, gemessen 12 Monate nach der Geburt des Kindes. Die Korrelation Blutdruck/Gewicht zeigte erwartungsgemäß eine größere Signifikanz als die Beziehung Blutdruck/Größe (Tab. 25).

	5. Tag	6. Monat	12. Monat
Anzahl der Kinder	140	111	135
RR systolisch (mm Hg)	74,1 ± 6,7	85,6 ± 8,7	104,7 ± 9,6 +
RR diastolisch (mm Hg)	41,8 ± 5,8	50,6 ± 8,7	66,6 ± 8,3 +

*: $p < 0,001$ +: p (5. Tag/12. Monat) $< 0,001$

Tab. 2 Mittlerer systolischer und diastolischer Blutdruck bei 5 Tage, 6 Monate und 12 Monate alten Kindern ($\pm$ SD).

Alter	Anzahl der Kinder		RR-systolisch mm Hg		RR-diastolisch mm Hg	
	Knaben	Mädchen	Knaben	Mädchen	Knaben	Mädchen
5 Tage	71	69	74,1 ± 6,9 *	74,0 ± 6,5 *	42,0 ± 6,2 *	41,5 ± 5,4 *
6 Monate	56	55	87,0 ± 9,8 *	84,2 ± 7,4 *	51,0 ± 9,1 *	50,2 ± 8,4 *
12 Monate	68	67	105,4 ± 9,4 +	104,1 ± 9,8 +	66,0 ± 8,0 +	67,2 ± 8,5 +

*: p < 0,001 +: p (5 Tage/12 Monate) < 0,001

Tab. 3 Getrennte Darstellung der Blutdruckwerte nach dem Geschlecht vom 5. Tag bis zum 12. Monat nach der Geburt (Mittelwerte ± SD).

	Anzahl der Kinder		RR systolisch (mm Hg)		RR diastolisch (mm Hg)	
	FA+	FA-	FA+	FA-	FA+	FA-
Alter						
5 Tage	59	77	73,1 $\pm$ 6,0	75,0 $\pm$ 7,2	41,1 $\pm$ 5,4	42,5 $\pm$ 6,1
6 Monate	49	60	85,0 $\pm$ 7,7	86,3 $\pm$ 9,6	48,9 $\pm$ 7,8	52,1 $\pm$ 9,2
12 Monate	57	76	104,2 $\pm$ 10,2	105,0 $\pm$ 9,2	67,7 $\pm$ 8,2	65,8 $\pm$ 8,3

Tab. 4 Verlauf des systolischen und diastolischen Blutdruckes innerhalb des ersten Lebensjahres getrennt nach positiver (FA+) und negativer (FA-) Hypertonie-Familienanamnese (Mittelwerte $\pm$ SD).

RR systolisch (mm Hg)

Alter	Knaben		Mädchen	
	FA +	FA -	FA +	FA -
5 Tage	72,8 ± 6,6 n = 28	75,3 ± 7,0 n = 41	73,3 ± 5,5 n = 31	74,6 ± 7,5 n = 36
6 Monate	86,3 ± 8,0 n = 23	87,8 ± 11,0 n = 32	83,9 ± 7,5 n = 26	84,8 ± 7,4 n = 28
12 Monate	103,2 ± 10,0 n = 28	107,0 ± 8,9 n = 41	105,2 ± 10,5 n = 31	102,8 ± 9,2 n = 36

RR diastolisch (mm Hg)

Alter	Knaben		Mädchen	
	FA +	FA -	FA +	FA -
5 Tage	41,4 ± 4,7 n = 28	42,5 ± 7,2 n = 41	40,8 ± 6,1 n = 31	42,5 ± 4,6 n = 36
6 Monate	50,4 ± 7,7 n = 23	51,3 ± 10,2 n = 32	47,5 ± 8,0 n = 26	53,1 ± 8,0 n = 28
12 Monate	66,5 ± 8,5 n = 28	65,8 ± 7,7 n = 41	68,7 ± 7,9 n = 31	65,7 ± 9,0 n = 36

Tab. 5 Blutdruckwerte bei positiver und negativer Hypertonie-Familienanamnese getrennt nach Geschlechtern innerhalb des ersten Lebensjahres (Mittelwerte ± SD)

	5. Tag	6. Monat	12. Monat
5. Tag	-	$r = 0,039$ $n = 111$	$r = 0,2 *$ $n = 135$
6. Monat			$r = 0,14$ $n = 107$
12. Monat			

*: $p < 0.05$
 **: $p < 0,01$
 ***: $p < 0.001$

Tab. 6 Korrelationskoeffizienten für den systolischen Blutdruck (Tracking).

	Gewicht 5. Tag	Gewicht 6. Monat	Gewicht 12 Monate
RR syst. 5. Tag RR diast. 5. Tag	$r = 0,15^*$ $n = 137$ $r = 0,15^*$ $n = 137$		
RR syst. 6. Monat RR diast. 6. Monat		$r = 0,38^{***}$ $n = 109$ $r = 0,16^*$ $n = 109$	
RR syst. 12. Monat RR diast. 12. Monat			$r = 0,19^*$ $n = 132$ $r = 0,23^{**}$ $n = 132$

*: $p < 0,05$
 **: $p < 0,01$
 ***: $p < 0,001$

Tab. 7 Korrelation systolischer bzw. diastolischer Blutdruck - Gewicht und mit entsprechendem Korrelationskoeffizient und Signifikanzangabe.

	Relat. Gewicht 5. Tag	Relat. Gewicht 6. Monat	Relat. Gewicht 12. Monat
RR syst. 5. Tag RR diast. 5. Tag	$r = 0,14$ $n = 137$ $r = 0,12$ $n = 137$		
RR syst. 6. Monat RR diast. 6. Monat		$r = 0,35^{***}$ $n = 108$ $r = 0,19^*$ $n = 108$	
RR syst. 12. Monat RR diast. 12. Monat			$r = 0,20^*$ $n = 127$ $r = 0,24^*$ $n = 127$

*: $p \leq 0,05$
 **: $p \leq 0,01$
 ***: $p \leq 0,001$

Tab. 8 Korrelation systolischer bzw. diastolischer Blutdruck - relatives Gewicht mit entsprechendem Korrelationskoeffizienten und Signifikanzangabe.

	Größe 5. Tag	Größe 6. Monat	Größe 12. Monat
RR syst. 5. Tag RR diast. 5. Tag	$r = 0,14^*$ $n = 140$ $r = 0,19^*$ $n = 140$		
RR syst. 6. Monat RR diast. 6. Monat		$r = 0,26^{**}$ $n = 109$ $r = 0,005$ $n = 109$	
RR syst. 12. Monat RR diast. 12. Monat			$r = 0,09$ $n = 128$ $r = 0,07$ $n = 128$

*: $p \leq 0,05$

** : $p \leq 0,01$

***: $p \leq 0,001$

Tab. 9 Korrelation systol. bzw. diastol. Blutdruck - Größe
mit entsprechendem Korrelationskoeffizienten und
Signifikanzangabe.

	AU 5. Tag	AU 6. Monat	AU 12. Monat
RR syst. 5. Tag RR diast. 5. Tag			
RR syst. 6. Monat RR diast. 6. Monat		$r = 0,32^{***}$ $n = 109$ $r = 0,11$ $n = 109$	
RR syst. 12. Monat RR diast. 12. Monat			$r = 0,34^{***}$ $n = 135$ $r = 0,28^{***}$ $n = 135$

*: $p < 0,05$
 **: $p < 0,01$
 ***: $p < 0,001$

Tab. 10 Korrelation Blutdruck - Armumfang mit entsprechendem Korrelationskoeffizienten und Signifikanzangabe.

Gewicht (kg)

Alter	gesamt	Knaben	Mädchen	FA +	FA -
5 Tage	3,4 ± 0,5 n = 137 ***	3,5 ± 0,5 n = 69	3,3 ± 0,4 n = 68 *	3,4 ± 0,4 n = 58 ***	3,4 ± 0,5 n = 75 ***
6 Monate	8,4 ± 1,2 n = 109 ***	8,7 ± 1,3 n = 55	8,0 ± 1,0 n = 54 **	8,2 ± 1,1 n = 48 ***	8,5 ± 1,3 n = 59 ***
12 Monate	10,5 ± 1,4 n = 128 +	10,9 ± 1,3 n = 70 +	10,2 ± 1,3 n = 65 +	10,5 ± 1,4 n = 57 +	10,5 ± 1,3 n = 76 +

*: p < 0,01 +: p (5 Tage/12 Monate) < 0,001

** : p < 0,005

***: p < 0,001

Tab. 11 Durchschnittsgewicht des Gesamtkollektivs und Trennung nach Geschlecht sowie positiver und negativer Hypertonie-Familienanamnese (FA) am 5. Tag post partum und im Alter von 6 und 12 Monaten ($\pm$ SD).

Größe (cm)

Alter	gesamt	Knaben	Mädchen	FA +	FA -
5 Tage	51,7 ± 2,2 n = 140 ***	52,3 ± 2,2 n = 71 ***	51,7 ± 2,1 n = 69 ***	51,7 ± 1,8 n = 59 ***	51,8 ± 2,4 n = 78 ***
6 Monate	70,9 ± 3,0 n = 109 ***	72,0 ± 2,7 n = 55 ***	69,7 ± 2,9 n = 54 ***	70,5 ± 3,1 n = 47 ***	71,2 ± 3,0 n = 61 ***
12 Monate	78,9 ± 4,7 n = 131 +	79,2 ± 4,5 n = 68 +	78,0 ± 4,9 n = 63 +	78,7 ± 5,0 n = 56 +	79,0 ± 4,5 n = 73 +

*: p<0,05

** : p<0,005

***: p<0,001

+: p (5 Tage/12 Monate) <0,001

Tab. 12 Durchschnittsgröße des Gesamtkollektivs und Trennung nach Geschlecht sowie positiver und negativer Hypertonie-Familienanamnese (± SD).

	5. Tag	6. Monat	12. Monat
5. Tag		$r = 0,58^{***}$ $n = 106$	$r = 0,49^{***}$ $n = 133$
6. Monat			$r = 0,7^{***}$ $n = 104$
12. Monat			

***: $p \leq 0,001$

Tab. 13 Tracking-Korrelation für das Gewicht

	5. Tag	6. Monat	12. Monat
5. Tag		$r = 0,37^{***}$ $n = 109$	$r = 0,3^{***}$ $n = 131$
6. Monat			$r = 0,74^{***}$ $n = 102$
12. Monat			

***: $p \leq 0,001$

Tab. 14 Tracking-Korrelation für die Größe

	6. Monat	12. Monat
6. Monat		$r = 0,57^{***}$ $n = 107$
12. Monat		

***: $p \leq 0,001$

Tab. 15 Tracking-Korrelation für den Armumfang

Gewicht			
	5. Tag	6. Monat	12. Monat
5. Tag	$r = 0,79^{***}$ $n = 137$		
6. Monat		$r = 0,62^{***}$ $n = 108$	
12. Monat			$r = 0,71^{***}$ $n = 130$

***: $p \leq 0,001$

Tab. 16 Korrelation von Größe und Gewicht

Größe		
	6. Monat	12. Monat
Größe	6. Monat $r = 0,30^{**}$ $n = 107$	
	12. Monat	$r = 0,23^{**}$ $n = 131$

$^{**}: p < 0,01$

Tab. 17 Korrelation von Armumfang und Größe

Gewicht		
	6. Monat	12. Monat
Gewicht	6. Monat $r = 0,60^{***}$ $n = 107$	
	12. Monat	$r = 0,51^{***}$ $n = 135$

$^{***}: p < 0,001$

Tab. 18 Korrelation von Armumfang und Gewicht

Herzfrequenz (Schläge/min.)					
Alter	gesamt	Knaben	Mädchen	FA +	FA -
6 Monate	136 $\pm$ 11,8 n = 97	134,6 $\pm$ 12,4 n = 52	137,7 $\pm$ 11,0 n = 45	137,9 $\pm$ 12,0 n = 39	134,8 $\pm$ 11,7 n = 57
12 Monate	118,6 $\pm$ 13,3 n = 138	117,3 $\pm$ 13,8 n = 70	120,0 $\pm$ 12,8 n = 68	118,3 $\pm$ 13,7 n = 59	118,8 $\pm$ 13,2 n = 77

*: $p < 0,001$

Tab. 19 Durchschnittliche Herzfrequenz/min. im Alter von 6 und 12 Monaten sowie Trennung nach Geschlechtern und positiver und negativer Hypertonie-Familienanamnese ($\pm$ SD).

Herzfrequenz/min.		
	6. Monat	12. Monat
Größe	6. Monat	$r = -0,31^{**}$ $n = 96$
	12. Monat	$r = -0,19^{*}$ $n = 131$

*: $p < 0,05$

** : $p < 0,01$

Tab. 20 Korrelation von Herzfrequenz und Größe.

Herzfrequenz/min.		
	6. Monat	12. Monat
Gewicht	6. Monat	$r = -0,34^{***}$ $n = 96$
	12. Monat	$r = -0,13$ $n = 135$

***: $p < 0,001$

Tab. 21 Korrelation von Herzfrequenz und Gewicht.

		Herzfrequenz/min.	
Armumfang		6. Monat	12. Monat
	6. Monat	$r = -0,24^*$ $n = 96$	
	12. Monat		$r = -0,11$ $n = 138$

*: $p < 0,05$

Tab. 22 Korrelation von Herzfrequenz und Armumfang.

RR systolisch (mm Hg)

Alter	gesamt	Knaben	Mädchen	FA +	FA -
5 Tage	118,2 ± 8,8 n = 133	117,9 ± 8,6 n = 68	118,5 ± 9,1 n = 65	120,1 ± 8,7 n = 56	116,9 ± 7,4 n = 74
6 Monate	119,9 ± 10,3 n = 109	119,6 ± 10,6 n = 55	120,3 ± 10,0 n = 54	120,6 ± 11,6 n = 48	119,2 ± 9,1 n = 60
12 Monate	120,9 ± 12,5 n = 138 +	120,8 ± 12,2 n = 70	121,1 ± 12,9 n = 68	123,4 ± 12,7 n = 59	119,1 ± 12,2 n = 77

*: p < 0,025 +: p (5 Tage/12 Monate) < 0,025

Tab. 23 Systolischer Blutdruck der Mütter 5 Tage, 6 Monate und 12 Monate nach der Geburt und Trennung in Mütter, die Knaben bzw. Mädchen geboren haben, sowie positiver und negativer Hypertonie-Familienanamnese (Mittelwert ± SD).

RR diastolisch (mm Hg)					
Alter	gesamt	Knaben	Mädchen	FA +	FA -
5 Tage	76,8 ± 8,5 n = 133	76,1 ± 8,5 n = 68	77,6 ± 8,9 n = 65	78,3 ± 8,9 n = 56	75,7 ± 7,9 n = 74
	*	**			
6 Monate	79,1 ± 11,1 n = 109	79,5 ± 8,0 n = 55	78,6 ± 13,6 n = 54	79,6 ± 7,9 n = 48	78,6 ± 13,2 n = 60
12 Monate	79,8 ± 10,5 n = 138 ++	79,0 ± 10,6 n = 70 +	80,5 ± 10,4 n = 68 +	81,2 ± 11,0 n = 59	78,4 ± 9,9 n = 77 +

*: p<0,05 ++: p (5 Tage/12 Monate) <0,05
 **: p<0,025 ++: p (5 Tage/12 Monate) <0,01

Tab. 24 Diastolischer Blutdruck der Mütter 5 Tage, 6 Monate und 12 Monate nach der Geburt und Trennung der Mütter, die Knaben bzw. Mädchen geboren haben sowie positiver und negativer Hypertonie-Familienanamnese (Mittelwert ± SD).

	Größe Mutter 12. Monat	Gewicht Mutter 12. Monat
RR syst. Mutter 12. Monat	$r = 0,2^*$ $n = 138$	$r = 0,41^{***}$ $n = 138$
RR diast. Mutter 12. Monat	$r = 0,19^*$ $n = 138$	$r = 0,41^{***}$ $n = 138$

*: $p \leq 0,05$

**: $p \leq 0,01$

***: $p \leq 0,001$

Tab. 25 Korrelation von systolischem und diastolischem Blutdruck der Mütter mit deren Größe und Gewicht und den jeweiligen Korrelationskoeffizienten.

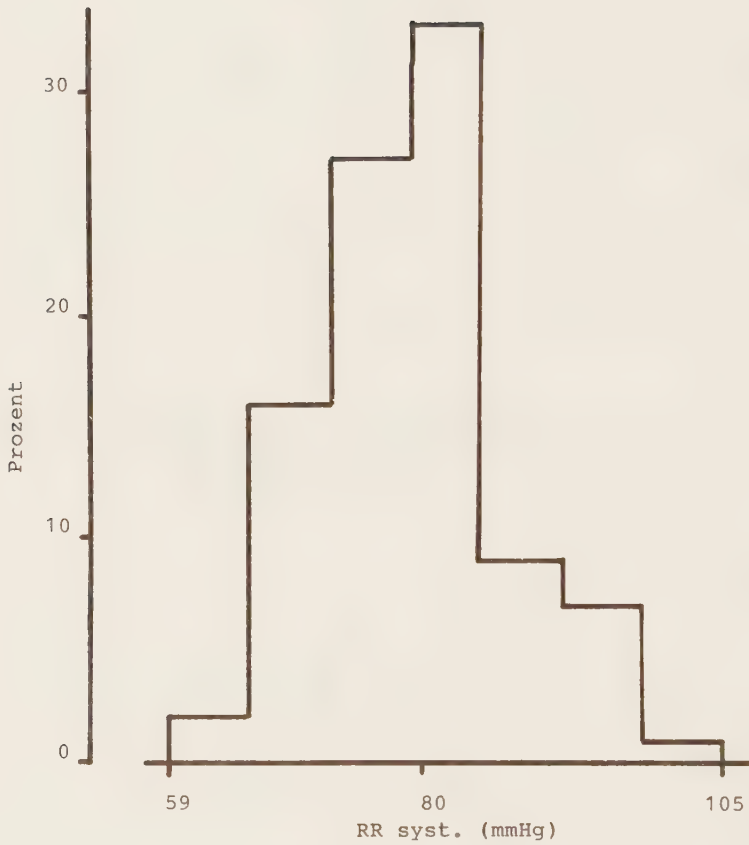


Abb. 1: Normalverteilung des systolischen Blutdrucks der 5 Tage alten Säuglinge.

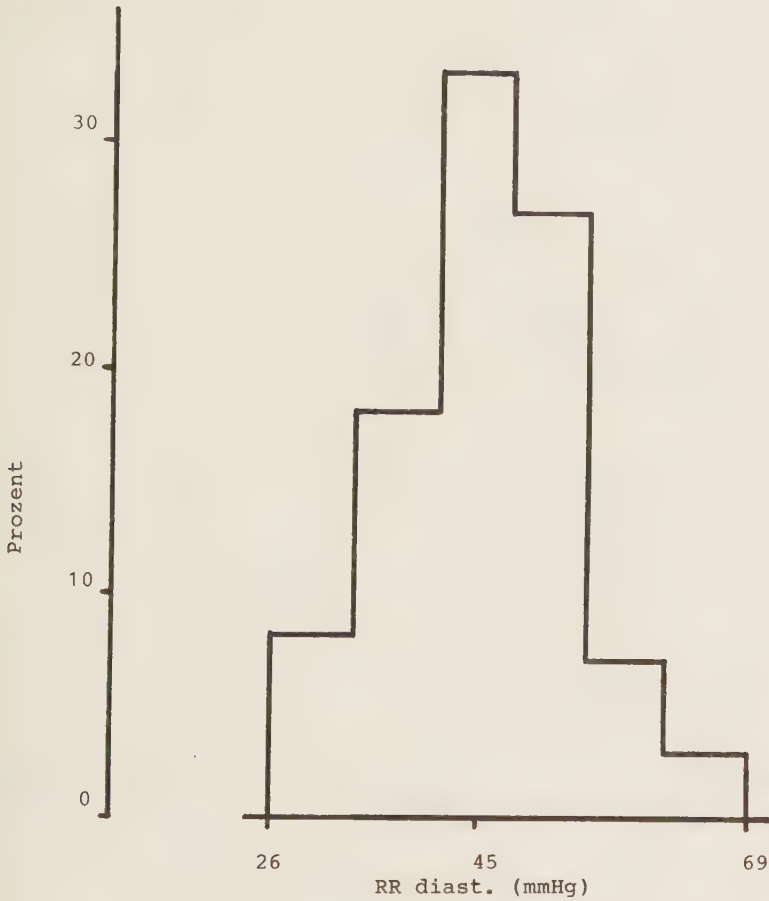


Abb. 2: Normalverteilung des diastolischen Blutdrucks
der 5 Tage alten Säuglinge.

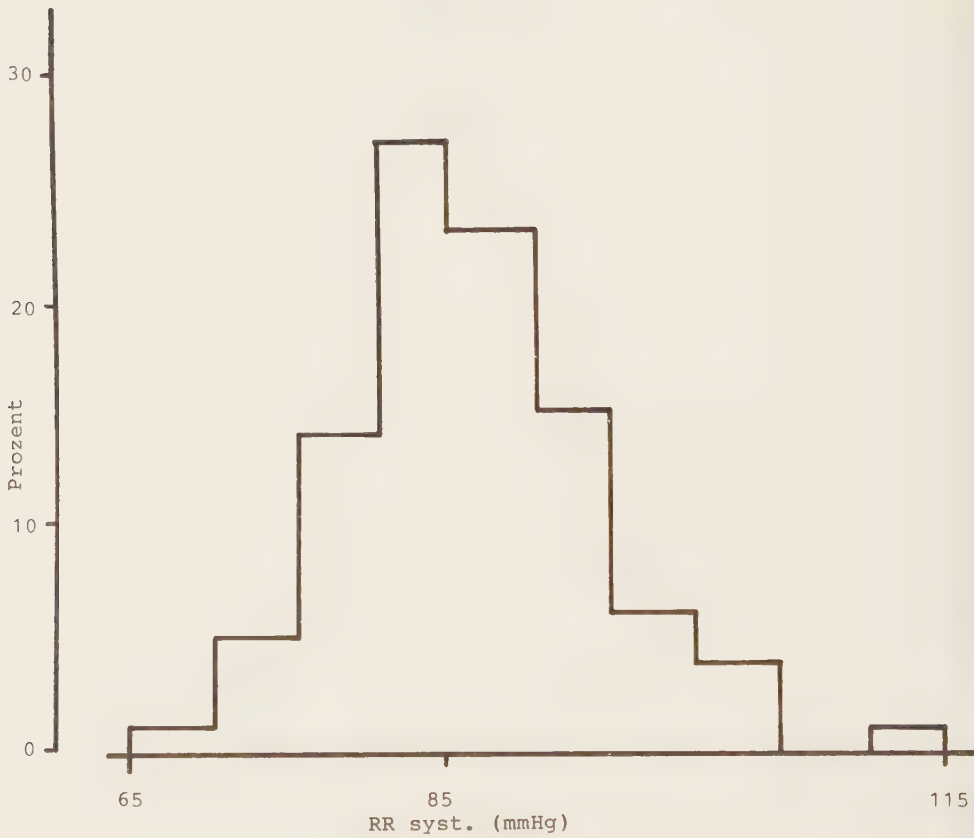


Abb. 3: Normalverteilung des systolischen Blutdrucks der 6 Monate alten Kinder.

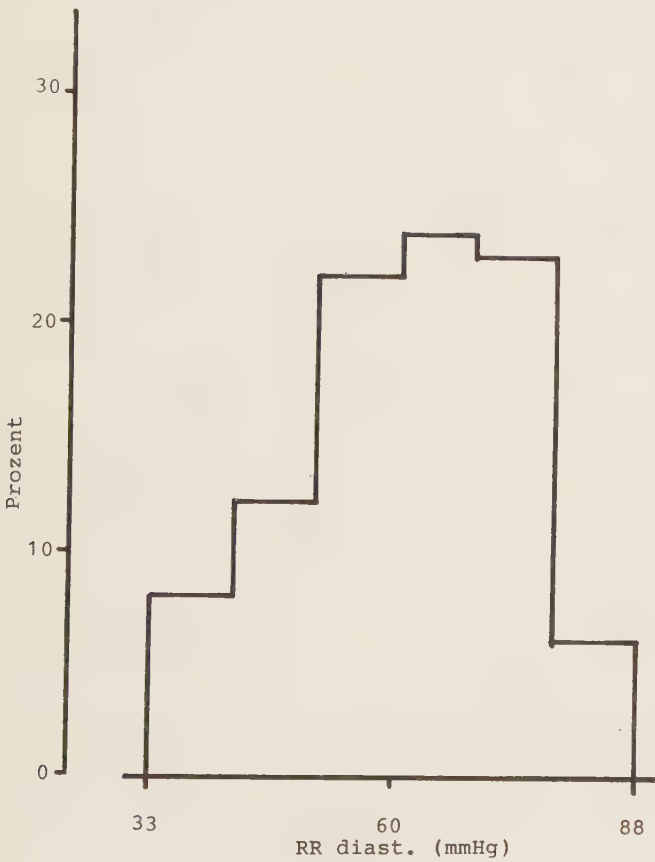


Abb. 4: Normalverteilung des diastolischen Blutdrucks
der 6 Monate alten Kinder.

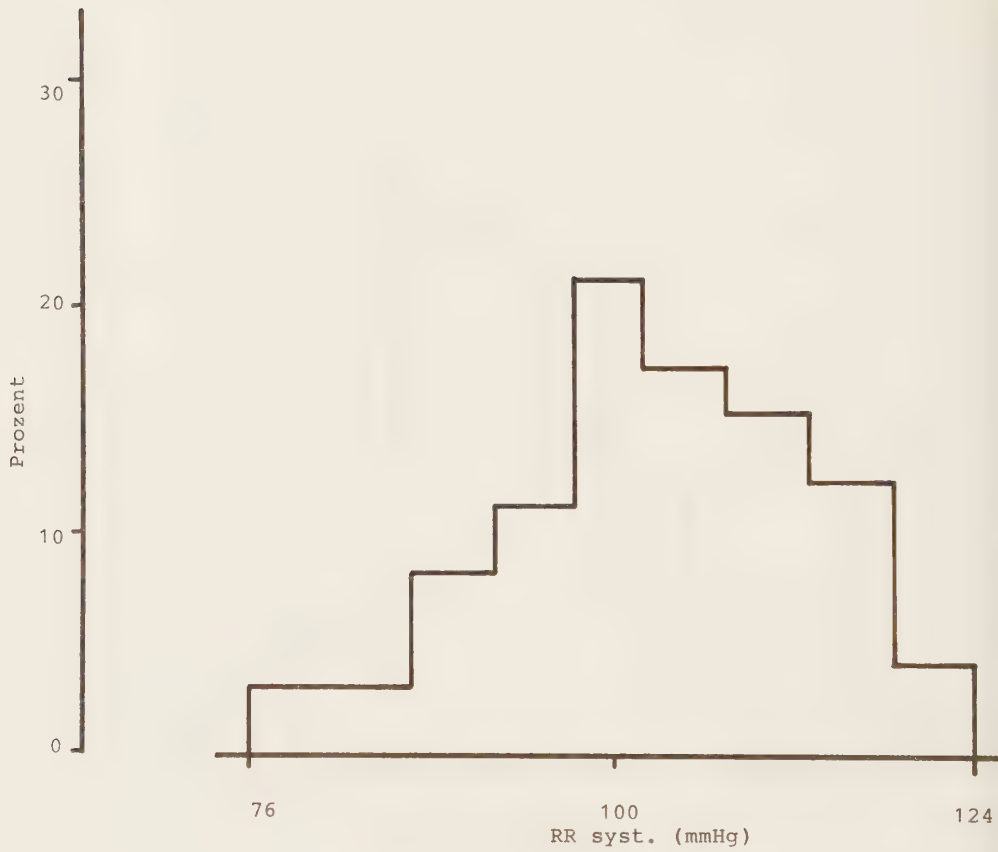


Abb. 5: Normalverteilung des systolischen Blutdrucks der 12 Monate alten Kinder.

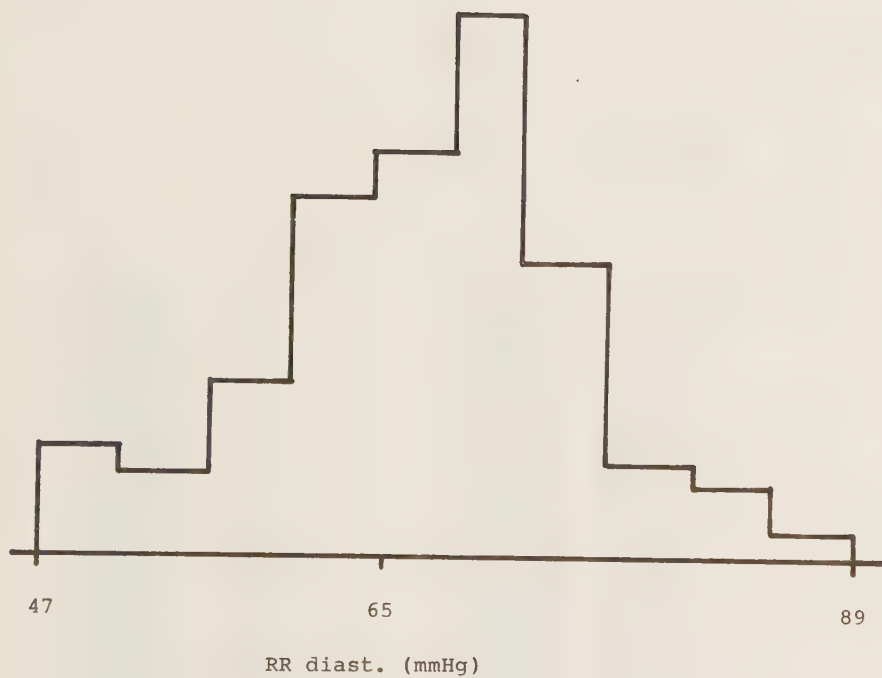
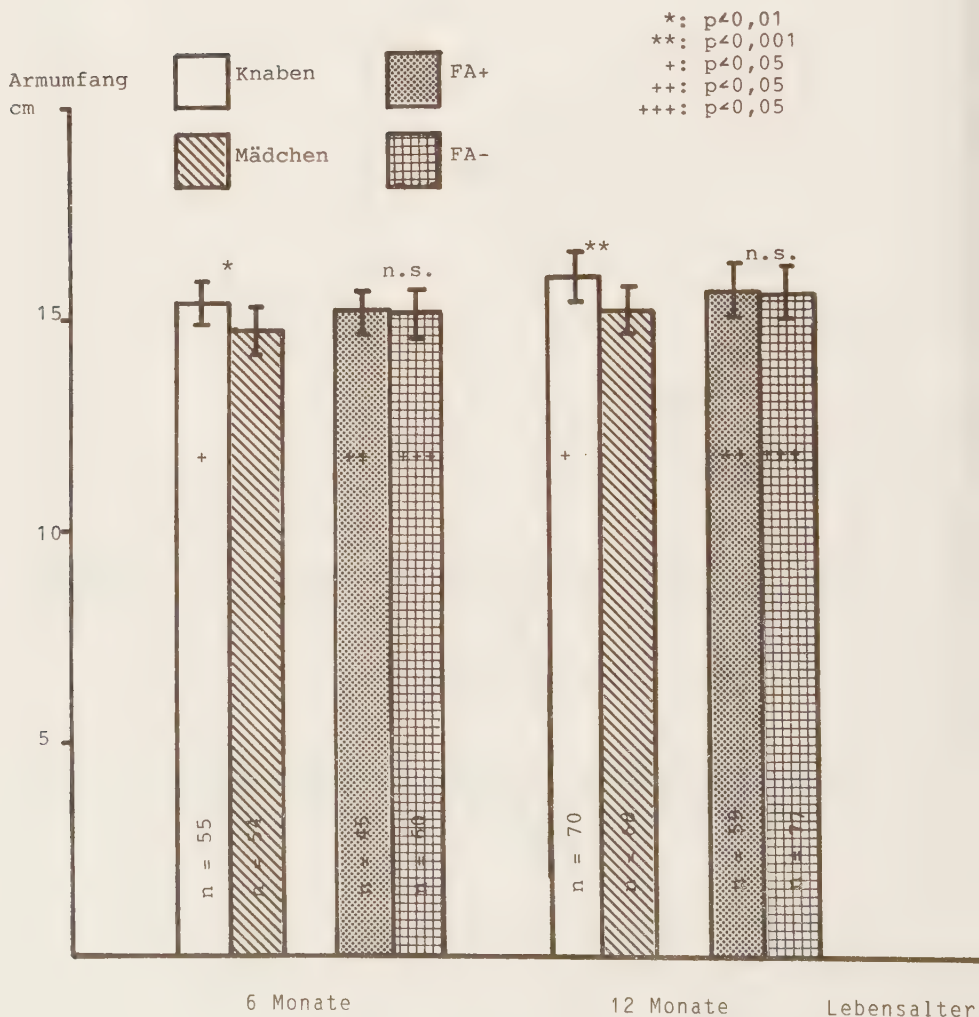


Abb. 6: Normalverteilung des diastolischen Blutdrucks der
12 Monate alten Kinder.

Abb. 7: Mittelwerte des Armumfanges getrennt nach Knaben und Mädchen, sowie positiver und negativer Hypertonie-Familienanamnese (+ SD)



5. Diskussion

5.1. Mögliche Fehlerquellen bei der Blutdruckmessung

Für die Beurteilung des arteriellen Blutdruckes ist es wichtig, daß man sich darüber im Klaren ist, daß der Blutdruck keine statische, sondern eine dynamische Größe ist, die sehr stark variieren kann. Neben emotional bedingten Ursachen wie z. B. Angst, Erregung, Schmerz, Lachen, Schreien, die mit erheblichen Blutdrucksteigerungen einhergehen können, reagiert der Mensch auch auf körperliche Anstrengung, sensorische Reize (z. B: volle Harnblase) sowie erhöhte Körpertemperatur als auch auf hohe und niedrige Umwelttemperaturen und Lärm mit Blutdruckveränderungen, wobei Hitze den Blutdruck erhöhen und Kälte ihn erniedrigen kann (11, 96). Nach dem Essen kann es vorübergehend ebenfalls zu einem Blutdruckanstieg kommen. Durch kontinuierliche Blutdruckaufzeichnungen, die über 24 Stunden gingen, konnte gezeigt werden, daß der Blutdruck zirkadianen Schwankungen unterliegt, mit in der Regel den tiefsten Werten zwischen 0 und 5 Uhr und den höchsten gegen Mittag bzw. den frühen Abendstunden.

Um richtige Vergleichswerte zu erhalten, sollte die Messung des Blutdrucks immer am selben Arm erfolgen, da zwischen beiden Armen Unterschiede bestehen können. Desweiteren muß der Arm während des Messens in Herzhöhe sein und der Patient sollte bei jeder Blutdruckkontrolle die gleiche Körperposition, sitzend oder liegend, einnehmen.

Der Untersucher soll die Blutdruckmanschette möglichst schnell aufpumpen, aber möglichst nicht schneller als mit 2 - 5 mm Hg/sec. ablassen. Bei zu großer Ablassrate können zum einen zu niedrige Werte gemessen werden, da die Phase IV, falls diese zur Bestimmung des diastolischen Blutdrucks verwendet wird, in diesen Fällen nicht mehr genau identifiziert werden kann und zum anderen zu hohe Werte beobachtet werden, wenn durch die hohe Ablassrate sich ein Unterdruck über der Quecksilbersäule ergibt und ein kontinuierlicher Druckausgleich zwischen Manschette und Manometer nicht möglich ist (96). Die Blutdruckmanschette soll, bei gleichzeitigem Palpieren der Arterie so weit aufgepumpt werden, bis der Puls nicht mehr tastbar ist. Bei Vorliegen einer "auskultatorischen Lücke" können so falsch zu niedrige systolische Werte vermieden werden. Das charakteristische der "auskultatorischen Lücke" ist, daß die Korotkow-Töne verschwinden und später bei niedrigeren Drucken wieder hörbar werden. Um in diesem Zusammenhang falsch zu hohe diastolische Blutdruckwerte zu vermeiden, sollten die Korotkow-Töne bis zum Ablassen des gesamten Manschettendrucks verfolgt werden, wenn als diastolischer Blutdruck die Phase V der Korotkow-Töne gelten soll. Bei Phase IV treten diese Probleme nicht auf.

Das Ablesen des Blutdruckwertes muß, wenn keine Digitalanzeige gegeben ist, senkrecht zur Meßscala erfolgen um einen Parallaxenfehler zu vermeiden. Ebenso sollten Vorkehrungen getroffen werden, daß sich der Untersucher nicht auf Erwartungswerte einstellen kann und daß die erwiesene Tendenz zu 10er Werten (100), d. h. Ablesegenauigkeit auf 10 mm Hg verhindert wird.

Zur Fehlerstreuung empfiehlt es sich als endgültigen Meßwert das arithmetische Mittel von 2 oder 3 Messungen zu verwenden. Hörschwächen des Untersuchers können u. U. durch elektronische Stethoskope kompensiert werden. Vor jeder Messung sollte man sich davon überzeugen, daß die verwendeten Geräte voll funktionsfähig sind. Dabei ist bei den Quecksilbermanometern darauf zu achten, daß bei luftleerer Manschette der Meniskus der senkrecht stehenden Quecksilbersäule auf dem Nullpunkt der Scala ist und die Ventile dicht sind. Aneroidmanometer sind sehr stoßempfindlich und müssen daher regelmäßig gegen Quecksilbermanometer geeicht werden. Für die Erhebung von möglichst genauen Blutdruckwerten spielt die richtige Manschettenbreite bei der indirekten Blutdruckmessung eine ganz entscheidende Rolle, denn zu breite Manschetten liefern falsch niedrige und zu schmale falsch hohe Werte (46, 88, 96, 104, 137, 138). Die richtige Manschettenbreite wird in der Literatur unterschiedlich definiert. Die meisten Autoren fanden gute Meßergebnisse bei Zugrundelegung der Empfehlung der American Heart Association (1), wobei die optimale Manschettenbreite entweder $\frac{2}{3}$ der Oberarmlänge oder 20 % mehr als der Durchmesser des Armes betragen soll. Beim Anlegen der Manschette sollte darauf geachtet werden, daß diese eng anliegt und somit beim Aufpumpen die ganze aufblasbare Manschettenoberfläche Druck ausüben kann. Wäre das nicht der Fall, würden falsch zu hohe Werte ermittelt (99). Wie lang der aufblasbare Manschettenteil sein soll ist noch nicht eindeutig geklärt. Einige Autoren sind der Meinung, daß der aufblasbare Teil den gesamten Oberarm bedecken muß (96, 138), andere wiederum fordern, daß der halbe Oberarm umfaßt

wird, während Bruch und Shewey (14) meinen, daß die Länge dieses Manschettenteils relativ unwichtig ist.

Aus den obigen Ausführungen kann gefolgert werden, daß eine zuverlässige Beurteilung des Blutdrucks nur möglich ist, wenn viele Einzelmessungen vorliegen, die, wenn möglich, zur selben Zeit, in der gleichen Position, am selben Arm, in Herzhöhe, nach körperlicher und emotionaler Beruhigung (Entspannung), bei möglichst gleichen Umweltbedingungen und gleicher gesundheitlicher Verfassung erhoben werden, wobei die Technik des Messens und die verwendeten Geräte ebenfalls immer wieder die gleichen sein müssen und den allgemeinen Empfehlungen Genüge zu leisten haben.

5.2. Diskussion der eigenen Ergebnisse

Das Ziel der Arbeit war:

- 1) Erstellung von zuverlässigen Blutdrucknormalwerten für die Altersstufen 5 Tage, 6 Monate und 12 Monate.
- 2) Verlaufsbeobachtungen des kindlichen Blutdruckes in dem Zeitintervall 5 Tage - 6 Monate - 12 Monate.
- 3) Aufzeigen von eventuellen geschlechtsspezifischen Blutdruckunterschieden.
- 4) Nachweis, ob bereits in diesen Altersstufen genetische Einflüsse nachweisbar sind, d. h.
 - Zusammenhang von Blutdruck des Kindes und Hypertonie-Familienanamnese
 - Zusammenhang von kindlichem und mütterlichem Blutdruck
- 5) Aufzeigen ab wann das Tracking-Phänomen erkennbar ist.

6) Darstellung der Zusammenhänge von:

- Blutdruck/Gewicht bzw. relativem Gewicht
- Blutdruck/Größe
- Blutdruck/Armumfang
- Blutdruck/Herzfrequenz

in den entsprechenden Alterstufen.

Desweiteren wollten wir mit dieser Arbeit darauf aufmerksam machen, daß bei Kindern und Kleinkindern Hypertonie nicht immer gleichzusetzen ist mit sekundärer Hypertonie, wie meist bisher angenommen, sondern vielmehr zeigen, daß auch schon im Kleinkindalter der kindliche Blutdruck im Vergleich zu den altersentsprechenden Durchschnittswerten erhöht sein kann ohne daß eine organische Ursache zu Grunde liegt. In diesen Fällen wäre es wünschenswert, wenn von Seiten der Pädiater zunächst eine regelmäßige Blutdruckkontrolle durchgeführt werden würde, um gegebenenfalls, wenn im Laufe der Jahre keine Blutdrucknormalisierung eintritt, rechtzeitig Gegenmaßnahmen ergreifen zu können, die eventuell eine ansonsten sich später entwickelnde essentielle Hypertonie verhindern.

Beim Vergleich eigener Blutdruckmeßergebnisse mit denjenigen von verschiedenen anderen Blutdruckstudien ist zu bedenken, daß der Blutdruck, wie an anderer Stelle schon erwähnt, eine multifaktoriell beeinflussbare Größe ist und großen Schwankungen unterliegt. Aufgrund von verschiedenen Umwelteinflüssen ist es für den Untersucher sehr schwierig, standardisierte Untersuchungsbedingungen herzustellen. Diese Tatsache sollte Anlaß genug sein, wenigstens in Bezug auf technische Geräte und Zubehör, sowie Durchführung des Blutdruckmeßvorgangs eine weitestgehende Standardisierung

anzustreben. Es wäre für die Erforschung des essentiellen Blutdruckes wünschenswert, wenn für zukünftige Untersuchungen verbindliche Empfehlungen bzgl. optimaler Meßgeräte, Manschettenbreite und -länge gegeben werden würden, sowie Einigkeit daüber erzielt würde, wann und in welcher Körperposition zu messen ist und welche Korotkow-Phase für die Fixierung des diastolischen Blutdrucks bindend ist. Z. Zt. empfiehlt die deutsche "Liga zur Bekämpfung des Hochdrucks" die Korotkow Phase V zur Festlegung des diastolischen Blutdrucks. Lediglich bei Kleinkindern und Schwangeren muß die Phase IV gewählt werden.

Bei unseren Messungen waren wir stets bemüht, ein gewisses Vertrauensverhältnis zum Kind aufzubauen und den Ablauf des Meßvorganges spielerisch zu gestalten, um annähernd basale und somit vergleichbare bzw. aussagekräftige Werte zu erhalten. Da jedoch bei Säuglingen und Kleinkindern das momentane Blutdruckverhalten in hohem Maße von Ereignissen, motorischer Aktivität und der jeweiligen Situation abhängt (156) kann nicht garantiert werden, daß immer wirkliche Basalwerte ermittelt wurden. Die Korotkow-Phase IV diente zur Bestimmung des diastolischen Wertes und die Messung selbst erfolgte im Sitzen mit dem Doppler-Ultraschall-Gerät Arteriosonde Roche 1020, die sich auch bei anderen Untersuchungen schon bewährt hatte. Bei den 12- und 6-Monats-Kindern wurde eine 20,5 cm lange und 6 cm breite, und bei den 5 Tage alten Kindern eine 16,5 cm lange und 4,4 cm breite Manschette verwendet.

Der größte Teil der Blutdruckverlaufsstudien beginnt frühestens im Alter von 2 - 3 Jahren (7, 39, 43, 44, 69, 147, 148, 154). Die in dieser Studie gemessenen durchschnittlichen Blutdruckwerte decken sich weitgehend mit den Werten anderer Studien, wobei eine totale Übereinstimmung nicht erwartet werden kann, da häufig unterschiedliche Untersuchungsbedingungen bzw. abweichende Untersuchungsanordnungen bestehen (64, 78, 94, 124, 126, 139, 140, 141). Der in dieser Studie am 5. Tag gemessene systolische Blutdruckwert von $74,1 \pm 6,7$ mm Hg kommt dem von de Swiet (141) am 4. Tag post partum gemessenen Wert von 76 ± 9 mm Hg am nächsten, während der diastolische Blutdruck mit $41,8 \pm 5,8$ mm Hg dem von Levine (82) sehr nahe kommt. De Swiet, der das Parks Doppler-Ultraschall-Gerät verwendete, verzichtete bei seinen Blutdruckmessungen auf die Ermittlung des diastolischen Blutdruckes. Beim Vergleich der diastolischen Blutdruckwerte zeigten sich zum Teil erhebliche Abweichungen von Studie zu Studie was zum einen auf die Meßungenauigkeit bei der Bestimmung des diastolischen Blutdrucks (Phase IV) zurückzuführen ist und zum anderen daher rührt, daß für die Bestimmung des diastolischen Blutdrucks häufig die Phase V der Korotkow-Töne verwendet wurde und so ein direkter Vergleich nicht möglich war.

Die durchschnittlichen Blutdruckwerte bei den 6-Monatskindern mit systolisch $85,6 \pm 8,7$ mm Hg und diastolisch $50,6 \pm 8,7$ mm Hg zeigten sehr gute Übereinstimmung mit denjenigen von Schachter (124), während die 12-Monatswerte $104,7 \pm 9,6$ mm Hg/ $66,6 \pm 8,3$ mm Hg, den Werten von Hennekens (39) am nächsten kamen.

Wie auch schon in anderen Studien beobachtet wurde, stieg der hier gemessene mittlere systolische und diastolische

Blutdruck innerhalb des ersten Lebensjahres beträchtlich an (39, 124, 140, 141). Die Steigerung des systolischen Blutdrucks um durchschnittlich 30,6 mm Hg und des diastolischen um 24,8 mm Hg innerhalb des ersten Jahres entspricht einem Signifikanzniveau von $p < 0,001$. Diese große Blutdrucksteigerung ist wahrscheinlich zum einen als Anpassung des Neugeborenen an das extrauterine Leben mit den verschiedenen Veränderungen im Blutkreislauf zu werten, wobei jedoch genaue Untersuchungen diesbezüglich fehlen und zum anderen auf die rasche Körper- und Gewichtszunahmen in dieser Zeit zurückzuführen und somit als kardiovaskuläre Adaption zu sehen.

Im Gegensatz zu anderen Studien fand bei unserer Arbeit die größte Blutdrucksteigerung mit durchschnittlich systolisch 19,1 mm Hg und diastolisch 16,0 mm Hg nicht in der ersten Hälfte des ersten Lebensjahres, sondern in der zweiten Hälfte statt und zeigte einen kontinuierlichen Anstieg vom 5. Tag post partum bis zum 12. Monat. In der ersten Hälfte betrug die durchschnittliche systolische und diastolische Blutdrucksteigerung 11,5 mm Hg bzw. 8,8 mm Hg. De Swiet (140, 141) konnte in seinen Arbeiten keinen signifikanten Unterschied zwischen den Blutdruckwerten im Alter von 6 Monaten und 12 Monaten feststellen, während bei Schachter (124) der Blutdruck vom 6. Monat bis zum 15. Monat leicht rückläufig war. Webber et. al. (151) hingegen stellten ebenfalls wie in dieser Arbeit zwischen dem 6. und 12. Lebensmonat einen Blutdruckanstieg fest. Eine Erklärung für diese unterschiedlichen Blutdruckveränderungen zwischen dem 6. und 12. Lebensmonat könnten unterschiedliche Stimmungslagen, sowie unterschiedliche Aktivitäts- und Erregungszustände der Kinder während der Blutdruckmessung

sein. Signifikante systolische als auch diastolische Blutdruckunterschiede zwischen den Geschlechtern konnten zu keinem Zeitpunkt der Blutdruckmessung beobachtet werden. Diese Feststellung steht in Einklang mit den Ergebnissen anderer Autoren, die ebenfalls zwischen Knaben und Mädchen keinen Blutdruckunterschied feststellen konnten (44, 78, 124, 154). Im Gegensatz dazu steht die Untersuchung von de Swiet, der in der Brompton Studie zwischen Knaben und Mädchen ein unterschiedliches Blutdruckverhalten nachgewiesen hat. Deutliche Geschlechtsunterschiede treten während der Adoleszenz auf, wobei die systolischen und diastolischen Blutdruckwerte der Jungen höher sind (63, 72, 85). Die Trennung des untersuchten Kollektivs in Familien, in deren Anamnese Fälle von Hypertonie, Schlaganfall oder Herzinfarkt auftraten und somit von uns als positive Hypertonie-Familienanamnese bezeichnet wurden und in solchen mit negativer Hypertonie-Familienanamnese ergab für den Untersuchungszeitraum bei den Kindern keine signifikanten Blutdruckunterschiede. Bezüglich des Blutdruckes der Mütter zeigte sich ein signifikanter Unterschied sowohl für den systolischen als auch für den diastolischen Blutdruck am 5. Tag nach der Geburt. Kein Unterschied im Blutdruckverhalten der Mütter bei positiver oder negativer Hypertonie-Familienanamnese zeigte sich 6 Monate nach der Geburt, während 12 Monate nach der Geburt nur für den systolischen Blutdruck bei positiver Hypertonie-Familienanamnese ein signifikant höherer Wert als bei negativer Hypertonie-Familienanamnese festgestellt werden konnte.

Der in der Literatur beschriebene Zusammenhang zwischen dem Blutdruck des Kindes und dem der Mutter (56, 127) konnte in dieser Arbeit nicht nachgewiesen werden. Auch die Auswer-

tung, getrennt nach Knaben und Mädchen zeigte keine signifikante Beziehung zwischen dem Blutdruck der Kinder und dem der Mutter, was den Ergebnissen von Lee entspricht, der ebenfalls keinen Zusammenhang zwischen den systolischen Blutdruckwerten der Kinder und denen der Mutter feststellen konnte.

Aus unseren obigen Ergebnissen, d. h. kein Zusammenhang zwischen mütterlichem und kindlichem Blutdruck sowie keine Beziehung zwischen positiver bzw. negativer Hypertonie-Familienanamnese und Blutdruck, könnte gefolgert werden, daß bei der in vielen Veröffentlichungen nachgewiesenen familiären Aggregation, welcher wie oben schon erwähnt, genetische und umweltbedingte Einflüsse zugrunde liegen, der Faktor Umwelt eine größere Rolle spielt als der Faktor Vererbung und daher bei uns aufgrund des frühen Untersuchungszeitpunkts, was bedeutet, daß die Umwelteinflüsse nur relativ kurz wirken konnten, die familiäre Aggregation nicht gezeigt werden konnte.

Eines der bedeutendsten Ergebnisse im Hinblick auf die rechtzeitige Erfassung möglicher zukünftiger Hypertoniker, war in dieser Studie der Nachweis des sogen. Tracking-Phänomens bzgl. des systolischen Blutdrucks ab dem 5. Tag nach der Geburt. Für den Zeitabschnitt 5. Tag post partum und 12. Monat ergab sich eine signifikante Korrelation mit $r = 0,2$ und $p \leq 0,05$, ($n = 135$). Keine Signifikanz konnte bei den Korrelationen 5. Tag post partum und 6. Monat, sowie 6. Monat und 12. Monat nachgewiesen werden, was eventuell auf den kurzen Zeitraum zwischen den Messungen oder auf evtl. altersbedingte größere Meßungenauigkeit bei der Erhebung der 6-Monatsdaten zurückzuführen ist. Das Ausbleiben des Blutdruck-Trackings beim diastolischen Blutdruck ist

wahrscheinlich auf die relativ ungenaue Bestimmungsmethode (Phase IV) dieser Werte zurückzuführen. Auch in der Vergangenheit konnte durch zahlreiche Untersuchungen (16, 56, 122, 154, 155) ebenfalls dieses Tracking-Phänomen, d. h. daß die im Kindesalter einmal eingeschlagene Blutdruckspur möglicherweise bis ins Erwachsenenalter beibehalten wird, nachgewiesen werden, wobei die vergleichenden Blutdruckmessungen meist mehrere Jahre auseinanderlagen. Einige Autoren stellten weiter fest, daß das Blutdruck-Tracking bereits im Säuglingsalter beobachtet werden kann, wobei de Swiet (141) annimmt, daß ein deutliches Tracking nicht vor dem ersten Lebensjahr auftritt, während unsere Daten sowie auch die von anderen Autoren für ein wesentlich früheres Auftreten des Tracking-Phänomens sprechen (55, 78, 81, 124, 125, 151, 156). Unter der Voraussetzung, daß in späteren Untersuchungen, die von uns gefundenen positiven Blutdruckkorrelationen ebenfalls nachweisbar sind, würde das bedeuten, daß bereits 5 Tage nach der Geburt diejenigen Kinder erfaßt werden könnten, bei denen die Gefahr besteht, daß sie später an Hypertonie erkranken, wenn sie bereits zu diesem Zeitpunkt im oberen Bereich der altersspezifischen Streukurve des Blutdrucks liegen. Die definitive Bestätigung des Tracking-Phänomens durch weitere Studien wäre von großer präventivmedizinischer Bedeutung, da somit rechtzeitig vorbeugende Maßnahmen, wie laufende RR-Kontrollen, Gewichtskontrollen und Salzeinschränkung vorgenommen werden könnten, um so zu verhindern, daß die Risikopersonen eines Tages an Hypertonie erkranken.

Die große Bedeutung des Gewichtes im Laufe der Entwicklung des Kindes und dem damit verbundenen Blutdruckverhalten

wurde schon von zahlreichen Autoren beschrieben (44, 60, 80, 131, 147, 148). Es zeigten sich für jedes Alter eindeutige Korrelationen zwischen Blutdruck und Gewicht (69, 78, 131). Aufgrund der Ergebnisse der Bogalusa Studie (146) kann gefolgert werden, daß der Blutdruck des Kindes nicht mit dem Alter, sondern vielmehr mit der Größe bzw. dem Gewicht korreliert ist. Es zeigte sich, daß keine Korrelation zwischen Blutdruck und Alter besteht, wenn die Untersuchung innerhalb einer Größenklasse durchgeführt wurde, in der alle Kinder gleich groß waren. Dieser Befund sollte bei der Frage nach dem "normalen" kindlichen Blutdruck berücksichtigt werden.

Auch unsere Untersuchungen ergaben einen eindeutigen Zusammenhang zwischen dem systolischen und diastolischen Blutdruck des Kindes und dem entsprechenden Gewicht bzw. relativem Gewicht (Gewicht/Größe), als Ausdruck des Übergewichts. Einige Autoren konnten nachweisen, daß bei Kindern mit Fettsucht eine signifikante Häufung von Hypertonie vorliegt (63, 76, 85, 113).

Nicht so eindeutige Beziehungen ergaben sich für die Größe. In dieser Studie konnten lediglich für das Alter 5. Tag und 6. Monat eine signifikante Korrelation zwischen dem Blutdruck und der Größe festgestellt werden, wobei im Alter von 6 Monaten nur für den systolischen und nicht für den diastolischen Blutdruck signifikante Ergebnisse vorlagen. Als Ursache dafür müssen wahrscheinlich Unterschiede in der Meßgenauigkeit zu den verschiedenen Zeitpunkten angenommen werden. In der schon erwähnten vergleichenden Literatur konnten ebenfalls wie bei Zinner (156) signifikante Zusammenhänge zwischen dem Blutdruck und der Größe gezeigt werden.

Die hochsignifikante Größen- und Gewichtszunahme ($p < 0,001$) von 27,2 cm und 7,1 kg innerhalb des ersten Lebensjahres stimmt mit den Angaben anderer Autoren überein (140, 151). Das ebenfalls in der Literatur (7, 44, 47, 151) beschriebene Größen- und Gewichts-Tracking zeigte sich auch in dieser Arbeit. Erwartungsgemäß zeigte sich desweiteren eine signifikante Korrelation zwischen Gewicht und Größe ($p < 0,001$).

Legt man die Feststellung zugrunde, daß der Blutdruck, wie oben gezeigt, sehr eng mit dem Gewicht korreliert ist, so kann man unter Berücksichtigung des Gewichts-Trackings, davon ausgehen, daß übergewichtige Kinder als Erwachsene ebenfalls übergewichtig sind und somit im Alter mit großer Wahrscheinlichkeit einen Bluthochdruck entwickeln werden. Für Kinder aus Hypertonikerfamilien und solchen mit überdurchschnittlichen Blutdruck- und Gewichtswerten bedeutet das, daß eine genaue Überwachung des Gewichtes notwendig ist, um der späteren Entwicklung des Bluthochdruckes entgegenzutreten.

Unter der Annahme, daß bei festgelegten Altersstufen, hier z. B. 6 Monate und 12 Monate, unterschiedliche Armumfänge in den entsprechenden Kollektiven hauptsächlich auf eine unterschiedliche Tricepshautfaltendicke zurückzuführen sind und diese wiederum als Maß für die Adipositas gilt (79), erklärt sich die hier gefundene, hochsignifikante Beziehung zwischen Blutdruck und Armumfang mit $r = 0,32$, $p < 0,001$; $n = 109$ im Alter von 6 Monaten und $r = 0,34$, $p < 0,001$; $n = 135$ im Alter von 12 Monaten. Diese Ergebnisse unterstreichen den oben gezeigten starken Zusammenhang von Blutdruck und Gewicht bzw. Übergewicht. Auch Zinner (156) konnte eine

hochsignifikante Beziehung zwischen dem Blutdruck und dem Armumfang nachweisen.

Übereinstimmend mit anderen Autoren (78, 124, 125, 140) konnten wir in dem Untersuchungsintervall 6. Monat bis 12. Monat keinen signifikanten Zusammenhang zwischen dem Blutdruck und der Herzfrequenz beobachten. Schachter (125) wies ab dem 15. Lebensmonat eine positive signifikante Korrelation zwischen Blutdruck und Herzfrequenz nach. Ebenfalls in dieser Arbeit folgert Schachter aufgrund seiner Untersuchungsergebnisse und den Beobachtungen anderer Autoren, daß eine niedrige Herzfrequenz während der ersten Lebensjahre ein bedeutenderer Risikofaktor in Bezug auf eine sich später eventuell entwickelnde Hypertonie ist, als der erhöhte kindliche Blutdruck zu diesem Zeitpunkt. Verschiedene Autoren haben ferner festgestellt, daß mit einer niedrigen Herzfrequenz ein hohes Blutvolumen verbunden ist (67, 68, 132). Dieses höhere Blutvolumen kann als ein erhöhtes Risiko gesehen werden, später eventuell an Blutvolumen-hochdruck zu erkranken. Remington et. al. (119) stellten fest, daß Nachkommen von hypertensiven Eltern niedrigere Herzfrequenzen hatten als solche von normotensiven Eltern. Zukünftige Arbeiten im Rahmen dieser Langzeituntersuchung werden zeigen, ob die hier gefundenen Zusammenhänge zwischen dem Blutdruck und den ihn beeinflussenden Faktoren auch später noch nachweisbar sind, um dann vielleicht von einem erhöhten Blutdruck im Kindesalter auf einen erhöhten Blutdruck im Erwachsenenalter schließen zu können und somit effektive Präventivmedizin betreiben zu können.

6. Zusammenfassung

Diese Studie, die im Rahmen einer Langzeituntersuchung durchgeführt wurde, sollte Aufschluß geben über den kindlichen Blutdruck vom 5. Tag post partum bis zum 12. Lebensmonat. Untersucht wurde der Blutdruckverlauf in dieser Zeit, sowie die den Blutdruck beeinflussenden genetischen und anthropometrischen Faktoren. Zu Beginn dieser Untersuchung wurden am 5. Tag post partum 206 Kinder sowie deren Mütter erfaßt und untersucht. Die weiteren Untersuchungen erfolgten im Alter von 6 und 12 Monaten, wobei der systolische und diastolische Blutdruck der Kinder sowie der der Mütter, die Größe, das Gewicht, der Armumfang und auch die Herzfrequenz der Kinder protokolliert wurden. Die kindlichen Blutdrücke zu den verschiedenen Zeitpunkten wurden untereinander verglichen. Desweiteren erfolgte eine Gegenüberstellung des kindlichen Blutdrucks gegenüber dem Blutdruck der Mutter und auch die Gegenüberstellung des Blutdrucks gegen die Parameter Größe, Gewicht, Armumfang und Herzfrequenz. Weiterhin erfolgte eine Trennung der Kinder in Knaben und Mädchen als auch eine Aufteilung laut Anamnese in Hypertoniker- oder Normotonikerfamilie.

Die Normalverteilungskurven des systolischen und diastolischen Blutdruckes der Kinder zeigten weder im Alter von 5 Tagen noch mit 6 und 12 Monaten Besonderheiten. Der systolische (diastolische) Blutdruck betrug am 5. Tag post partum im Mittel $74,1 \pm 6,7$ mm Hg ($41,8 \pm 5,8$ mm Hg) mit 6 Monaten $85,6 \pm 8,7$ mm Hg ($50,6 \pm 8,7$ mm Hg) und mit 12 Monaten $104,7 \pm 9,6$ mm Hg ($66,6 \pm 8,3$ mm Hg). Zu keinem Zeitpunkt bestand eine signifikante Blutdruckdifferenz zwi-

schen Knaben und Mädchen sowie zwischen positiver und negativer Hypertonie-Familienanamnese.

Für den systolischen Blutdruck des Kindes und dem der Mutter ergab sich kein signifikanter Zusammenhang. Nur der diastolische Blutdruck der 12 Monate alten Kinder war mit dem diastolischen Blutdruck der Mutter korreliert ($r = 0,19$, $p < 0,05$; $n = 136$). Ein Blutdruck-Tracking ergab sich für den systolischen Wert zwischen 5. Tag post partum und 12. Monat mit einem Tracking-Koeffizienten von $r = 0,2$ ($p < 0,05$, $n = 135$). Eindeutige Korrelationen mit hohem Korrelationskoeffizienten zeigten sich zwischen dem systolischen als auch diastolischen Blutdruck und dem Gewicht bzw. relativem Gewicht als Ausdruck des Übergewichtes, wobei im Alter von 6 Monaten die Beziehung am stärksten ausgeprägt war.

Gewicht/RR syst. $r = 0,38$, $n = 109$; $p < 0,001$

Gewicht/RR diast. $r = 0,16$, $n = 109$; $p < 0,05$

Relat. Gew./RR syst. $r = 0,35$, $n = 109$; $p < 0,001$

Relat. Gew./RR diast. $r = 0,19$, $n = 108$; $p < 0,05$

Bei der Größe bestand nur im Alter von 5 Tagen und 6 Monaten eine signifikante Korrelation zum Blutdruck. Auch der Armumfang, nicht aber die Herzfrequenz war mit dem Blutdruck korreliert.

Das Tracking-Phänomen war nicht nur beim Blutdruck sondern auch beim Gewicht, der Größe und dem Armumfang nachweisbar. Durchwegs waren die Knaben schwerer als die Mädchen, größer als die Mädchen und hatten auch größere Armumfänge als die Mädchen. Wie zu erwarten war, zeigten sich auch signifikante Zusammenhänge zwischen Größe/Gewicht und Armumfang/Gewicht. Die Herzfrequenz hingegen zeigte kein Tracking-Verhalten. Sie verringerte sich von $136 \pm 11,8$ Schläge/min. im Alter von 6 Monaten auf $118,6 \pm 13,3$

Schläge/min. im Alter von 12 Monaten ($p < 0,001$). Kein signifikanter Unterschied bzgl. der Herzfrequenz ergab sich zwischen Knaben und Mädchen sowie zwischen positiver und negativer Hypertonie-Familienanamnese. Negative signifikante Korrelationen zeigten sich zwischen Herzfrequenz und Größe, dem Gewicht oder dem Armumfang.

Bei der Auswertung der 12-Monatswerte konnte eine Abhängigkeit zwischen der Größe des Kindes und der der Mutter ($r = 0,37$, $n = 129$; $p < 0,001$) nicht jedoch dem Gewicht nachgewiesen werden.

Weitere Untersuchungen an den hier erfaßten Kindern werden zeigen, ob sich die in dieser Arbeit gezeigten Zusammenhänge bzgl. des Blutdruckes und den ihn beeinflussenden Faktoren, dahingehend weiterentwickeln bzw. stabilisieren, daß später, z. B. schon 5 Tage nach der Geburt, Aussagen gemacht werden können, ob dieses Kind im Erwachsenenalter, wenn keine vorbeugenden Maßnahmen ergriffen werden, einen Bluthochdruck entwickeln wird.

7. Literaturverzeichnis

- 1 American Heart Association Committee report by
Feinleib M, Labarthe D, Shekelle R, Kuller L:
Criteria for evaluation of automated blood pressure
devices for use in hypertensive screening programs.
Com. Report: 6-11, Jan. 1974
- 2 Alexander NL, Hinshaw B, Drury DR:
Development of a strain of spontaneously hypertensive
rats.
Proc. Soc. Exp. Biol. Med. 86: 855-858, 1954
- 3 Altschul AM, Grommet JK:
Sodium intake and sodium sensitivity.
Nutr. Rev. 38: 393-402, 1980
- 4 Barcal R, Simon J, Sova J:
Blood pressure in twins.
Lancet 1: 1321-1331, 1969
- 5 v. Basch S:
Über die Messung des Blutdrucks am Menschen.
Zeitschrift für klinische Medizin 2: 9, 1880
- 6 Beaglehole R, Salmond CE, Prior LAM:
Blood pressure studies in Polynesian Children.
In: Paul O (ed.): Epidemiology and control of hyperten-
sion:
407, N.Y., London, Stratton 75
- 7 Berenson GS, Foster TA, Frank GC, Frerichs RR,
Srinivasa RS, Voors AW, Webber LS:
Cardiovascular disease risk factor variables at the
preschool age. The Bogalusa Heart Study.
Circulation 57: 603-612, 1978
- 8 Biron P, Mongeau JG, Bertrand D:
Familial aggregation of blood pressure in 558 adopted
children.
Can. Med. Ass. J. 115: 773-774, 1976

- 9 Biron P, Mongeau JG:
Familial aggregation of blood pressure and its components.
Pediatr. Clin. N. Amer. 25: 29-33, 1978
- 10 Blumenthal S:
Implications for the Future Study of Hypertension.
In: The Pediatric Clinics of North America Saunders
Company, Marion, Ohio, 1978
- 11 Bock KD:
Hochdruck - Ein Leitfaden für die Praxis.
Thieme Verlag, Stuttgart, 1981
- 12 Bock KD:
Internist, 9: 86, 1969
- 13 Brownell KD, Kelman JH, Stunkard AJ:
Treatment of obese Children with and without their
mothers:
Changes in weight and blood pressure.
Pediatr. 71: 515-523, 1983
- 14 Bruch GE, Shewey L:
Sphygmomanometric cuff size and blood pressure recordings.
J. Amer. Med. Ass. 225: 1215, 1973
- 15 Chiang BJ, Perlman LV, Epstein FH:
Overweight and hypertension: A review.
Circulation 39: 403, 1969
- 16 Clarke WR, Schrott HG, Leaverton PE, Connor WE,
Lauer RM:
Tracking of blood lipids and blood pressures in school-
age children. The Muscatine Study.
Circulation 58: 628-634, 1978
- 17 Cooper R, Soltero J, Lin K, Berkson D, Levinson S,
Stamler J:
The association between urinary sodium excretion and
blood pressure in children.
Circulation 62: 97-104, 1980
- 18 Court JM, Hill GJ, Dunlop M, Boulton TJC:
Hypertension in childhood obesity.
Aust. Pediatr. J. 10: 296-300, 1974

- 19 Creiz-Cohe R, Etcheverry R, Nagel R:
Influence of migration and blood pressure of Easter Islanders.
Lancet 1: 967, 1964
- 20 Mc Cutcheon EP, Rushner RF:
Korotkow-Sounds:
An experimental critique.
Circulation Res. 20: 149-153, 1967
- 21 Dahl LK, Heine M, Tassinari L:
Effects of chronic excess salt ingestion. Evidence that genetic factors play an important role in susceptible to experimental hypertension.
J. Exp. Med. 115: 1173-1190, 1962
- 22 Dahl LK:
Role of dietary sodium in essential hypertension.
J. Amer. Diet. Ass. 34: 585-589, 1958
- 23 Dahl LK:
Salt and Hypertension.
Amer. J. Clin. Nutr. 25: 231-244, 1972
- 24 Dounie WW, Boyle JA, Greig WR:
Relative roles of genetic and environmental factors in control of blood pressure in normotensive subjects.
Brit. Heart J. 31: 21-26, 1969
- 25 Dube SK, Kapoor S, Ratner H, Tunik FJ:
Blood pressure studies in black children.
Amer. J. Dis. Child. 129: 1177-1180, 1975
- 26 Eliahou HE, Jaina A, Gaon T, Shochat J, Modan M:
Body weight reduction necessary to attain normotension in the overweight hypertensive patient.
In: International Journal of obesity 5: Supp. I, 157-163, 1981
- 27 Elseed AM, Shinebourne EA, Joseph MC:
Assessment of techniques for measurement of blood pressure in infants and children.
Arch. Dis. Child. 48: 932-936, 1973
- 28 Elseed AM:
Assesment of techniques for blood pressure measurement in infants and children.
Arch. Dis. Child. 48: 826, 1973

- 29 Engle MA, Ehlers KH, Klein AA, Levin AR:
Hypertension in the infant, child and adolescent.
Cardiovasc. Clin. 9: 291-310, 1978
- 30 Feinleib M:
Genetics and familial aggregation of blood pressure.
Proceedings, Fifth Hahnemann International Symposium on
Hypertension.
San Juan, Puerto Rico, January 1977
- 31 Feinleib M, Garrison R, et. al.:
Studies of hypertension in Twins.
In: Paul O (ed.): Epidemiology and control of hypertension,
New York, Stratton Intercontinental Medical Book
Corp., 3-17, 1975
- 32 Freis ED:
Salt, volume and the prevention of hypertension.
Circulation 53: 589-595, 1976
- 33 v. Frey M:
Eine einfache Methode den Blutdruck am Menschen zu
messen. Festschrift für Benno Schmidt, 1896
- 34 Gaertner G:
Über einen neuen Blutdruckmesser.
Wiener Med. Wochenschr. 30: 1899
- 35 Geddes LA:
The direct and indirect measurement of blood pressure.
J. Appl. Physiol. 29: 373-379, 1970.pa
- 36 Goldring D, Wohltman H:
Flush method for blood pressure determinations in the
newborn infants.
J. Pediatr. 40: 285-290, 1952
- 37 Gordon ST et. al.:
Systolic and diastolic blood pressure measurement by
transcutaneous Doppler ultrasound in premature infants
in critical care nurseries and at closed-heart surgery.
Anaesth. Analges. Curr. Res. 53: 914-918, 1974
- 38 Haddy FJ:
Mechanism, prevention and therapy of sodium dependent
hypertension.
Amer. J. Med. 69: 746-758, 1980

- 39 Hennekens CH, Jesse MJ, Klein BE, Gourley JE, Blumenthal S:
Aggregation of blood pressure in infants and their siblings.
Amer. J. Epidemiol. 103: 457-463, 1976
- 40 Hernandez A, Goldring D., Hartmann AF:
Measurement of blood pressure in infants and children by the Doppler ultrasonic technique.
Pediatr. 48: 788-794, 1971
- 41 Heyden S, Nelius S:
Hochdruck, Natriumchlorid, Kalium und Diuretika.
Akt. Ernährungsmed. 5: 199-203, 1980
- 42 Heyden S, Manegold CH, Hames CG, Patzschke U:
Natriumbeschränkung als therapeutische und präventive Maßnahme bei Hypertonie.
Akt. Ernähr. 3: 78, 1978
- 43 Higgins MW, Keller JB, Moore F, Ostrander L, Metzner HL, Stock L:
Studies of blood pressure in Tecumseh, Michigan.
I. Blood pressure in young people and its relationship to personal and familial characteristics and complications of pregnancy in mothers.
Amer. J. Epidemiol. 111: 142-155, 1980
- 44 Higgins MW, Keller JB, Metzner HL, Moore F, Ostrander LD:
Studies of blood pressure in Tecumseh, Michigan.
II. Antecedents in childhood of high blood pressure in young adults.
Hypertension 2, Supp I: I117-I123, 1980
- 45 Hill L, Barnard H:
A simple pocket sphygmometer for estimating arterial pressure in man.
J. Physiol. 13: 4, 1898
- 46 Hill GE, Machin RH:
Doppler determined blood pressure recordings. The effect of varying cuff sizes in children.
Can. Anaesth. Soc. J. 23: 323-326, 1976

- 47 Hitchcock NE, Owles EN, Gracey J:
Diefary energy and nutrient intakes and growth of healthy Australian infants in their first year of life.
Nutr. Res. 2: 13-19, 1982
- 48 Hochberg HM:
Accurate noninvasive measurement of blood pressure in neonates, infants and children by ultrasonic technique.
Pediatr. Digest 15: 33-39, 1973
- 49 Hochberg HM, Saltzman MB:
Accuracy of an ultrasound blood pressure instrument in neonates, infants and children.
Curr. Ther. Res. 13: 482-488, 1971
- 50 Hochberg HM:
Automatic ultrasonic blood pressure measurement in children.
A feasibility study.
Curr. Ther. Res. 13: 473-481, 1971
- 51 Hürthle K:
Über eine Methode zur Registrierung des arteriellen Blutdrucks beim Menschen.
Deut. Med. Wochenschr. 1896
- 52 Hypertension and Coronary Heart Disease:
Classification and criteria for epidemiological studies.
Wld. Hlth. Techn. Rep. Ser. 168, Genf, 1959
- 53 Innes G, Miller WM, Valentine M:
Emotion and blood pressure.
J. Med. Sci. 105: 840-851, 1959
- 54 James C, Hunt MD:
Sodium intake and Hypertension:
A cause for concern.
Ann. Intern. Med. 98: 724-728, 1983
- 55 Kaas KI, Gronbaeck:
Familial aggregation of blood pressure levels in newly born infants and their mothers.
In: Giovanelli G: Hypertension in Children and adolescents.
Raven Press: 329-331, N.Y. 1981

- 56 Kaas EH, Rosner B, Zinner SH, Margolius HS, Lee YH:
Studies on the origin of human hypertension.
Postgrad Med. J. 53: 145, 1977
- 57 Kannel WB, Castelli WP, McNamara PM et.al.:
Role of blood pressure in the development of congestive
heart failure.
The Framingham Study.
N. Engl. J. Med. 287: 781, 1972
- 58 Kannel WB, Brand N, Skinner JJ, Dawber TR,
Mc Namara PM:
The relationship of adiposity to blood pressure and
development of hypertension: The Framingham Study.
Ann. Intern. Med. 67: 48, 1967
- 59 Kannel WB, Dawber TR:
Hypertensive cardiovascular disease:
The Framingham Study
In: Hypertension: Mechanisms and Management, edited by
Onesti G, Kwan EK, Moyer JH, N.Y. Grune and Stratton,
1973, s 93
- 60 Katz SH, Hedinger ML, Barker WF, et.al.:
Blood pressure tracking in children: Effects of normal
variations in growth and maturation.
Ann. Intern. Med. 92: 2, 1980
- 61 Kean BH:
The blood pressure of the Cuna Indians.
Amer. J. Trop. Med. Hyg. 24: 341, 1944
- 62 Kemmerer WF, Ware RW, Stegall HF, Evans WE:
Indirect measurement of human blood pressure by the
Doppler ultrasonic technique.
Surg. For. 18: 163-165, 1967
- 63 Kilcoyne MM:
Natural history of hypertension in adolescence.
Pediatr. Clin. N. Amer. 25: 47, 1978
- 64 Kirchsieper KM, Rutenfranz J:
Bestimmung des arteriellen Blutdrucks.
In: H. Opitz, F. Schmidt: Pädiatrische Diagnostik.
Handbuch der Kinderheilkunde Bd II/1: 213-225,
Berlin, N.Y., Heidelberg

- 65 Kirkendall WM, Burton AC, Epstein FH, Freis ED:
Recommendations for human blood pressure determination
by sphygmomanometers.
Circulation 36: 980-988, 1967
- 66 Kirkland RT, Kirkland JL:
Systolic blood pressure measurement in the newborn in-
fant with the transcutaneous Doppler method.
J. Pediatr. 80: 52-56, 1972
- 67 Kjellberg SR, Rudhe U, Sjostrand T:
The amount of hemoglobin and the blood volume in rela-
tion to the pulse rate and cardiac volume during rest.
Acta Physiol Scan. 19: 136-145, 1949
- 68 Kjellberg SR, Lanroth H, Rudhe U, et.al.:
The relationship of the total hemoglobin or total blood
volume to the pulse frequency and filling rate of the
leftventricle in standing position.
Acta Physiol. Scan. 20: 293-306, 1950
- 69 Kotchen JM, Kotchen TA, Guthrie GP, Cottrill CM,
McKean HE:
Correlates of adolescent blood pressure at five-year
follow up.
Hypertension 2, Supp I: I124-I129, 1980
- 70 v. Kries N:
Über den Druck in den Blutkapillaren der menschlichen
Haut.
Bericht der sächsischen Gesellschaft der Wissenschaft:
149, 1875
- 71 v. Kries N:
Über die Bestimmung des Mitteldruckes durch das
Quecksilbermanometer.
Arch. Anat. Physiol.: 419, 1878
- 72 Laaser U, Schütt A:
The cardiovascular risk profile of adolescents in
Cologne.
A representative study including 6302 pupils.
Z. Kardiol. 67: 837, 1978

- 73 Lang VO, Keller F, Hilber H, Kolodziejczak F:
Die indirekte Bestimmung der systolischen und diastolischen Blutdruckwerte bei Früh-, Neugeborenen und Säuglingen nach dem elektrooscillographischen und Ultraschall-Doppler-Prinzip.
Mschr. f. Kinderhk. 121: 131-134, 1973
- 74 Langford HG, Watson RL, Morina T, Schoenberger J:
Na/K urinary ratio and not total urinary Na correlated with blood pressure.
Clin. Res. 25: 512A, 1977
- 75 Larrick JW:
Letter to the Editor.
N. Engl. J. Med. 302: 1204-1205, 1980
- 76 Lauer RM, Connor WE, Leaverton PE, Reiter MA, Clarke WR:
Coronary heart disease risk factors in schoolchildren: The Muscatine Study.
J. Pediatr. 86: 697, 1975
- 77 McLaughlin GW, Kirley RR, Kemmerer WT, de Lemos RA:
Indirect measurement of blood pressure in infants utilizing Doppler ultrasound.
J. Pediatr. 79: 300-303, 1971
- 78 Lee YH, Rosner B, et.al.:
Familial aggregation of blood pressure of newborn infants and their mothers.
Pediatr. 58: 722-729, 1976
- 79 Leumann EP, Bochner HG, Vetter W, Epstein FH:
Studies of blood pressure in schoolchildren in Zurich Switzerland.
In: Giovanelli et. al. (eds.): Hypertension in children and adolescents.
Raven Press, N.Y., 1981
- 80 Levine RS, Hennekens CH, Klein B, Ferrer PL, Gourley J, Cassady J, Gelband H, Jesse MJ:
A longitudinal evaluation of blood pressure in children.
Amer. J. Publ. Health 69: 1175-1177, 1979
- 81 Levine RS, Hennekens CH, Klein B, Gourley J, Briesse FW, Hokanson J, Gelband H, Jesse MJ:
Tracking correlations of blood pressure levels in infancy.
Pediatr. 61: 121-125, 1978

- 82 Levine RS, Hennekens CH, Duncan RC, Robertson EG, Gourley JE, Cassady JC, Gelband H:
Blood pressure in infant twins:
Birth to 6 month of age.
Hypertension 2, Supp I: 129-133, 1980
- 83 Lewis LA, Naito HK:
Relation of hypertension, lipids and lipoproteins of atherosclerosis.
Clin. Chem. 24: 2081, 1978
- 84 Loew D, Meng K:
Zum Kochsalzverbrauch in der Bundesrepublik Deutschland.
Klin. Wochenschr. 53: 1131, 1975
- 85 Londe S, Goldring D, Gollub SW, Hernandez A:
Blood pressure and hypertension on children. Studies, problems and perspectives.
In: New M (ed.) Juvenile Hypertension, Raven Press
N. Y.: 13-24, 1977
- 86 Londe S, Bourgoignie JJ, Robson AM, Goldring D:
Hypertension in apperenthy normal children.
J. Pediat. 78: 569-577, 1971
- 87 Lowenstein FW:
Blood pressure in relation to age and sex in the tropics and subtropics.
Lancet 1: 389, 1961
- 88 Lum LG, Jones MD:
The effect of cuff width on systolic blood pressure measurements in neonates.
J. Pediatr. 91: 963-966, 1977
- 89 Marey J:
Travaux du laboratoire I. II : 313, 1876
- 90 Meneely GR, Ball COT:
Experimental epidemiology of chronic sodiumchlorid, toxicity and protective effect of potassiumchloride.
Amer. J. Med. 25: 713-725, 1958
- 91 Meneely GR, Battarbee HD:
High sodium - low potassium environment and hypertension.
Amer J. Cardiol. 38: 768, 1976

- 92 Moeller:
Internist 5: 359, 1964
- 93 Moser M:
Report of the Joint National Committee on Detection,
Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure.
A cooperative study.
J. A. M. A. 236: 1880, 1976
- 94 Moss AJ, Adams FH:
Auscultatory and intra-arterial pressure: A comparison
in children with special reference to cuff width.
J. Pediat. 66: 1094-1099, 1965
- 95 Moss AJ, Adams FH:
Flush blood pressure and intra arterial pressure: A
comparison of methods in infants.
Amer. J. Dis. Child. 107: 489-494, 1964
- 96 Moss AJ:
Indirect methods of blood pressure measurement.
Pediatr. Clin. N. Amer. 25: 3-14, 1978
- 97 Mosso A:
Sphygmomanomètre
Arch. italiennes de biologie, 13, 1895
- 98 Nelson NM:
On the indirect determination of systolic and diastolic
blood pressure in the newborn infant.
Pediatr. 42: 934-941, 1968
- 99 Nielsen PE, Oxenboll B, Astvad K, et.al.:
Auscultatory measurement of blood pressure performed by
the doctor on duty.
Acta Med. Scan. 198: 35, 1975
- 100 Nuessel WF:
The importance of a tight blood pressure cuff.
Amer. Heart J. 61: 905, 1956
- 101 O'Brien E, O' Malley K:
ABC of blood pressure measurements.
Brit. Med. J. 2: 1048 & 1124, 1979

- 102 Okamoto K, Yamori Y, Nagaoka A:
Establishment of the stroke-prone on spontaneously
hypertensive rat.
Circ. Res. Supp I: 143-149, 1974
- 103 Ophir O, Peer G, Gilad J, Blum M, Aviram A:
Low blood pressure in vegetarians: The possible role of
potassium.
Amer. J. Clin. Nutr. 37: 755-762, 1983
- 104 Orma E, Karvonen MH, Keys A:
Cuff hypertension.
Lancet 2: 51, 1960
- 105 Osbourne R, de George F, Mathers J:
The variability of blood pressure. Basal and causal
measurements in adult twins.
Amer. Heart J. 66: 176-180, 1963
- 106 Page LB, Damon A, Moellering RC:
Antecedents of cardiovascular disease in six Solomon
Islands Societies.
Circulation 49: 1132, 1974
- 107 Page JH, McCubbin JW, Corcoran AC:
A guide to the theory of arterial hypertension.
Perspect. Biol. Med. 1: 307, 1958
- 108 Perry HM, Perry EF:
Metals and human hypertension.
In: Paul O (ed.): Epidemiology and control of hyperten-
sion Stratton, N. Y., Thieme Verlag, Stuttgart:
147-161, 1975
- 109 Pfanzl M:
Epidemiologie des normalen Blutdrucks.
In: Henitz R & Losse H (eds.): Arterielle Hypertonie,
Thieme Verlag, Stuttgart, 1969
- 110 Poppers PJ:
Controlled evaluation of ultrasonic measurement of
systolic and diastolic blood pressure in pediatric pa-
tients.
Anaesth. 38: 187-191, 1973

- 111 Prior JAM, Evans JG, Harvey HPB, Davidson F, Lindsey M:
Sodium intake and blood pressure in two polynesian
populations.
N. Engl. J. Med. 279: 515, 1968
- 112 Raftery EB, Ward AP:
The indirect method of recording blood pressure.
Cardiovasc. Res. 2: 210-218, 1968
- 113 Rames LK, Clarke WR, Connor WE, Reiter MA, Lauer RM:
Normal blood pressures and evaluation of sustained blood
pressure elevation in childhood.
The Muscatine Study.
Pediatr. 61: 245-251, 1978
- 114 Rapp JP, Kundsén K, Iwai J, Dahl LK:
Genetic control of blood pressure and corticosteroid
production in rats.
Circ. Res., Supp I: I139-145, 1973
- 115 Reder RF, Dimich J, Cohen ML, Steinfeld L:
Evaluating indirect blood pressure measurement
techniques:
A comparison of three systems in infants and children.
Pediatr. 62: 326-330, 1978
- 116 v. Recklinghausen H:
Über Blutdruckmessungen beim Menschen.
Arch. Exp. Path. Pharm. 46: 78-132, 1901
- 117 Recommendations for human blood pressure determinations
by sphygmomanometers.
A statement of the Committee of the American Heart
Association to revise standardization of blood pressure
readings.
J. Amer. Med. Ass. 147: 632-636, 1951
- 118 Reisin E, Abel R, Modan M, Silverberg DS, Eliahou HE,
Modan B:
Effect of weight loss without salt restriction on the
reduction of blood pressure in overweight hypertensive
patients.
N. Engl. J. Med. 298: 1, 1978

- 119 Remington RD, Lambarth B, Moser M, et.al.:
Circulatory reactions of normotensive and hypertensive subjects and of the children of normal and hypertensive parents.
Amer. Heart J. 59: 58-70, 1960
- 120 Richard GA, Garin EH, Flennell RS; Walker RD:
A pathophysiologic basis for the diagnosis and treatment of the renal hypertension.
Advanc. Pediat. 24: 339-398, 1977
- 121 Riva-Rocci
Un nuovo stigmomanometro.
Gazetta medica di Torino, 1896
- 122 Rosner B, Hennekens CH, Kaas EH, Miall WE:
Age-specific correlation analysis of longitudinal blood pressure data.
Amer. J. Epidemiol. 106: 306-313, 1977
- 123 Sadove MS, Schmidt G, Wu H, Katz D:
Indirect blood pressure measurement in infants.
A comparison of four methods in four limbs.
Anaesth. Analgest. 52: 682-689, 1973
- 124 Schachter J, Kuller LH, Perfetti C:
Blood pressure during the first two years of life.
Amer. J. Epidemiol. 116: 29-41, 1982
- 125 Schachter J, Kuller LH, Perfetti C:
Blood pressure during the first five years of life:
Relation to ethnic group (black or white) and to parental hypertension.
Amer. J. Epidemiol. 119: 541-553, 1984
- 126 Schachter J:
Infant blood pressure and heart rate: Relation to ethnic groups (black or white) nutrition and electrolyte intake.
Amer. J. Epidemiol. 110: 205-218, 1979
- 127 Schachter J, Laching JM, Wimberley FC:
Newborn heart rate and blood pressure. Relation to race and socioeconomic class.
Psychosom. Med. 38: 390-398, 1976

- 128 Schachter J:
Pain, fear and anger in hypertensives and normotensives:
A psychophysiologic study.
Psychosom. Med. 9: 17-19, 1957
- 129 Scheler F, Gröne HJ:
Hypertonie in Klinik und Praxis.
FK Schattauer Verlag Stuttgart, N. Y., 1980
- 130 Shaper AG, Clayton DF, Stanley F:
Water hardness and hypertension.
In: Paul O (ed.) Stratton, N. Y., Thieme Verlag
Stuttgart: 163-172, 1975
- 131 Siervogel RM, Frey MAB, Kezdi P, Roche AF, Stanley EL:
Blood pressure, electrolytes and body size:
Their relationships in young relatives of men with essen-
tial hypertension.
Hypertension 2, Supp I: I83-I92, 1980
- 132 Sjostrand T:
Volume and distribution of blood and their significance
in regulating the circulation.
Physiol. Rev. 33: 202-228, 1953
- 133 Society of Actuaries
Build and Blood Pressure Study.
Society of Actuaries 1: Chicago 1959
- 134 Stamler J, Farinaro E, Mojonnier LM, Hall Y, Moss D,
Stamler R:
Prevention and control of hypertension by nutritional -
hygienic means.
J. Amer. Med. Ass. 243: 1819-1823, 1980
- 135 Stamler R, Stamler J, Riedlinger WF, Algera G,
Roberts RH:
Weight and blood pressure: Findings in hypertension
screening of 1 million Americans.
J. Amer. Med. Ass. 240: 1607, 1978
- 136 Stegall HF, Kardon MB, Kemmerer WT:
Indirect measurement of arterial blood pressure by
Doppler ultrasonic sphygmomanometry.
J. Appl. Physiol. 25: 793-797, 1968

- 137 Steinfeld L, Dimich J, Reder R, et. al.:
Sphygmomanometry in the pediatric patient.
J. Pediat. 92: 934-938, 1978
- 138 Steinfeld L, Alexander H, Cohen ML:
Updating sphygmomanometry.
Amer. J. Cardiol. 33: 107, 1974
- 139 de Swiet M, Fayers P, Shinebourne EA:
Blood pressure survey in a population of newborn
infants.
Brit Med. J. 2: 9-11, 1976
- 140 de Swiet M, Fayers P, Shinebourne EA:
Systolic blood pressure in a population of infants in
the first year of life:
The Brompton Study.
Pediatr. 65: 1028-1034, 1980
- 141 de Swiet M, Fayers P, Shinebourne EA:
Value of repeated blood pressure measurements on
children - The Brompton Study.
Brit. Med. J. 6: 1567-1568, 1980
- 142 Task Force on blood pressure control in children.
Report
Pediat. 59: Suppl. 797, 1977
- 143 Tobian L, Lange J, Azar S, Iwai J, Koop D, Coffee K,
Johnson MA:
Hypertension and obesity.
N. engl. J. Med. 298: 46-48, 1978
- 144 Tyroler HA, Heyden S, Hames CG:
Weight and hypertension: Evans County Study of Black and
Whites.
In: Pausl O. (ed.): Epidemiology and control of hyper-
tension: 177-201, N. Y., London, Stratton, Thieme Ver-
lag, 1975
- 145 Vierordt K:
Die Lehre vom Arterienpuls.
164, 168 Braunschweig, 1855
- 146 Voors AW, Webber LS, Frerichs RR, Berenson GS:
Body height and Body mass as determinants of basal blood
pressure in children: The Bogalusa Heart Study.
Amer. J. Epidemiol. 106: 101, 1977

- 147 Voors AW, Foster TA, Frerichs RR, Webber LS, Berenson GS:
Study of blood pressure in children, age 5 - 14 years, in a total biracial community.
Circulation 54: 319-327, 1976
- 148 Voors AW, Webber LS, Berenson GS:
Time course study of blood pressure in children over a three-year period. The Bogalusa Heart Study.
Hypertension 2, Supp I: I102-I108, 1980
- 149 Walker CH, West PJ:
Indirect estimation of systolic and diastolic blood pressure in the newborn.
Pediatr. 50: 387-394, 1972
- 150 Ware RW:
New approaches to the indirect measurement of human blood pressure.
Proc. 3rd Nat. Biomed. Sc. Instrumentation Symposium (Instrument Society of America (MB-65))
Dallas, Texas, April 19-21, 1965
- 151 Webber LS, Srinivasan SR, Voors AW, Berenson GS:
Persistence of levels for risk factor variables during the first year of life. The Bogalusa Heart Study.
J. Chronic Dis. 33: 157-167, 1980
- 152 Whyte RK, Elseed AM, Fraser CB, Shinebourne EA, de Swiet M:
Assessment of Doppler ultrasound to measure systolic and diastolic blood pressure in infants and young children.
Arch. Dis. Child. 50: 542-544, 1975
- 153 World Health Organisation:
Sixth report on the world health situation.
Geneva, World Health Organisation, 73-77, 1980
- 154 Zinner SH, Martin LF, Sacks F, Rosner B, Kass EH:
A longitudinal study of blood pressure in childhood.
Amer. J. Epidemiol. 100: 437-442, 1974

- 155 Zinner SH, Margolius HS, Rosner BR, Kaas EH:
Does hypertension begin in childhood?
Studies of the aggregation of blood pressure in
childhood.
In: New N. (ed.): Juvenile Hypertension, Raven Press,
N. Y. 45-53, 1977
- 156 Zinner SH, Lee YH, Rosner B, Kaas EH:
Factors affecting blood pressure in newborn infants.
Hypertension 2, Supp I: I99-I101, 1980

Mein besonderer Dank gilt:

Herrn Prof. Dr. med. B. Scherer für die Überlassung des Themas, die wertvollen Anregungen und die Korrektur der Arbeit,

Herrn Prof. Dr. med. E. Buchborn für die Übernahme des Koreferates,

Herrn Dr. med. A. König und Frau H. Beranek für die freundliche Unterstützung bei der statistischen Auswertung,

Frau H. Schweiger für die Umsetzung der Arbeit in eine lesbare Form und die Anfertigung zahlreicher Zeichnungen,

allen Müttern, die durch ihre Teilnahme an dieser Langzeitstudie diese Arbeit ermöglichten.

LEBENS LAUF

NAME: Jürgen Kubern, geb. 28. 7. 1949 in
Ering/Inn

FAMILIENSTAND: verheiratet seit 1978 mit Angelika Kubern
geb. Baumgartner, 1 Kind

ELTERN: Herbert Kubern, Bauingenieur
Erika Kubern, geb. Uherek

WOHNORT: Adalbertstr. 10, 8000 München 40

SCHULE: 1955-1960 Volksschule in Ering/Inn
1960-1964 Landschulheim Schier in Berg
am Starnberger See
1964-1970 Landschulheim Schloß Ising
am Chiemsee
Abitur im Juni 1970

STUDIUM: Betriebswirtschaft ab Wintersemester 1970
an der Ludwig-Maximilians-Universität in
München
1975 bestandenenes Staatsexamen
akadem. Grad: Diplom-Kaufmann

Medizin ab Wintersemester 1975-1983
an der Ludwig-Maximilians-Universität in
München
August 1977 Ärztliche Vorprüfung
März 1979 1. Abschnitt der ärztl. Prüfung
April 1982 2. Abschnitt der ärztl. Prüfung
Juni 1983 3. Abschnitt der ärztl. Prüfung
Juli 1983 Approbation als Arzt

BERUFLICHE TÄTIGKEIT: seit 1975 als Diplom-Kaufmann in der
Kubern GmbH (elterl. Betrieb)

